

区分変更	
変更後資料番号	1116
決裁年月日	平成13年7月31日

重水冷却SERAPH炉DNB実験データ集

—局所高出力及びコサイン分布出力形状によるDNB熱流束測定—

1997年7月



動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

製、
て下

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

この資料は、原子力発電所の運転・保守に必要とする資料として、原子力発電所関係者（電力会社、原子力発電所、原子力燃料サイクル開発機構）に提供されています。この資料は、原子力発電所の運転・保守に必要とする資料として、原子力発電所関係者（電力会社、原子力発電所、原子力燃料サイクル開発機構）に提供されています。

この資料は、原子力発電所の運転・保守に必要とする資料として、原子力発電所関係者（電力会社、原子力発電所、原子力燃料サイクル開発機構）に提供されています。この資料は、原子力発電所の運転・保守に必要とする資料として、原子力発電所関係者（電力会社、原子力発電所、原子力燃料サイクル開発機構）に提供されています。

この資料は、原子力発電所の運転・保守に必要とする資料として、原子力発電所関係者（電力会社、原子力発電所、原子力燃料サイクル開発機構）に提供されています。この資料は、原子力発電所の運転・保守に必要とする資料として、原子力発電所関係者（電力会社、原子力発電所、原子力燃料サイクル開発機構）に提供されています。



重水冷却SERAPH炉DNB実験データ集
— 局所高出力及びコサイン分布出力形状によるDNB熱流束測定 —

藤本 敦志*, 上出 英樹*

鴨志田 洋*, 飛田 昭*

要 旨

重水冷却SERAPH炉心では、パルス状過出力試験時には、ドライバー炉心における燃料ピン表面の熱流束が最大で 3MW/m^2 程度になると予測されている。SERAPH炉では、この様な高熱流束に対してできるだけ沸騰を押しDNB (Departure from Nucleate Boiling) 熱流束を大きくするため、冷却材流速を大きくし、入口温度を低く保つ設計となっている。

しかし、SERAPH炉の様な低圧、高流速条件におけるDNB熱流束を測定したデータは極めて少ないため、設計の妥当性を試験により確認しておく必要がある。

本試験では、重水冷却SERAPH炉で計画されている集合体内サブチャンネルの水力等価直径を模擬した単管形状 (内側流路) で、局所高出力及びコサイン分布出力形状の試験体により定常及びパルス状過出力条件で、高流速、高サブクール条件下におけるDNB熱流束を測定した。

目 次

1. 試験装置及び試験方法	1
1.1 試験装置	1
(1) 流動系統	1
(2) テスト部	1
(3) 供試体	2
(4) 計測器	3
1.2 試験方法	4
1.2.1 定常試験条件	4
(1) 入口流量	4
(2) テスト部出口圧力	4
(3) サブクール度	4
(4) 定常試験手順	5
1.2.2 非定常試験条件	5
(1) 出力	5
(2) 非定常試験手順	5
2. 試験結果	6
2.1 局所高出力円管供試体定常試験結果	6
2.1.1 局所高出力円管供試体定常試験の発熱管表面温度挙動	6
2.1.2 流速とDNB熱流束の関係	6
2.1.3 圧力とDNB熱流束の関係	6
2.1.4 サブクール度とDNB熱流束の関係	6
2.2 コサイン分布出力円管供試体定常試験結果	7
2.2.1 コサイン分布出力円管供試体定常試験の発熱管表面温度挙動	7
2.2.2 流速とDNB熱流束の関係	7

2. 2. 3	圧力とDNB熱流束の関係	7
2. 2. 4	サブクール度とDNB熱流束の関係	7
2. 3	コサイン分布出力円管供試体非定常試験結果	8
2. 3. 1	コサイン分布出力円管供試体非定常試験の発熱管表面温度挙動	8
2. 3. 2	流速とDNB熱流束の関係	8
2. 4	局所高出力とコサイン分布出力円管供試体定常試験結果の比較	9
2. 4. 1	流速とDNB熱流束の関係	9
2. 4. 2	圧力とDNB熱流束の関係	9
2. 4. 3	サブクール度とDNB熱流束の関係	9

付 録

付録一 (1)	局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動グラフ	39
付録一 (2)	コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動グラフ	83
付録一 (3)	コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動グラフ	127
付録一 (4)	最大熱流束データ及びグラフ	153

表リスト

表1-1 CAT μ -7° 主要機器一覧表	10
表1-2 計測項目一覧表 (局所高出力円管供試体)	11
表1-3 計測項目一覧表 (コサイン分布出力円管供試体)	12
表1-4 局所高出力円管供試体定常試験条件表	13
表1-5 コサイン分布出力円管供試体定常試験条件表	14
表1-6 コサイン分布出力円管供試体非定常試験条件表	15
表2-1 局所高出力円管供試体定常試験CHFデータリスト	16
表2-2 コサイン分布出力円管供試体定常試験CHFデータリスト	17
表2-3 コサイン分布出力円管供試体非定常試験CHFデータリスト	18

図リスト

図1-1	CATループ流動系統	19
図1-2	テスト部の形状・寸法	20
図1-3	局所高出力円菅供試体構造図	21
図1-4	コサイン分布出力円菅供試体構造図	22
図1-5	局所高出力円管供試体軸方向出力分布	23
図1-6	コサイン分布出力円管供試体軸方向出力分布	24
図1-7	熱電対取付方法及び構造図	25
図1-8	局所発熱部熱電対取付方法及び構造図	26
図1-9	コサイン分布部熱電対取付方法及び構造図	27
図1-10	試験データの流れ	28
図2-1	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR103101) (入口温度=10℃, 圧力=3ata, #7°ケール=122℃, 流速=10m/s)	29
図2-2	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR103091) (入口温度=10℃, 圧力=3ata, #7°ケール=122℃, 流速=9m/s)	30
図2-3	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR103082) (入口温度=10℃, 圧力=3ata, #7°ケール=122℃, 流速=8m/s)	31
図2-4	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR103071) (入口温度=10℃, 圧力=3ata, #7°ケール=122℃, 流速=7m/s)	32
図2-5	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR103061) (入口温度=10℃, 圧力=3ata, #7°ケール=122℃, 流速=6m/s)	33
図2-6	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR103051) (入口温度=10℃, 圧力=3ata, #7°ケール=122℃, 流速=5m/s)	34
図2-7	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR615081) (入口温度=61℃, 圧力=5ata, #7°ケール=90℃, 流速=8m/s)	35
図2-8	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR423081) (入口温度=42℃, 圧力=3ata, #7°ケール=90℃, 流速=8m/s)	36
図2-9	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR101081) (入口温度=10℃, 圧力=1ata, #7°ケール=90℃, 流速=8m/s)	37

図2-10	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR523081)	38
	(入口温度=52℃, 圧力=3ata, サブクール=80℃, 流速=8m/s)	
図2-11	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR823081)	39
	(入口温度=82℃, 圧力=3ata, サブクール=50℃, 流速=8m/s)	
図2-12	流速とDNB熱流束の関係 (入口温度10℃, 出口圧力3ata)	40
図2-13	圧力とDNB熱流束の関係 (サブクール90℃, 流速8m/s)	41
図2-14	サブクール度とDNB熱流束の関係 (出口圧力3ata, 流速8m/s)	42
図2-15	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR103102)	43
	(入口温度=15℃, 圧力=3.5ata, サブクール=122℃, 流速=10m/s)	
図2-16	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR103092)	44
	(入口温度=15℃, 圧力=3.5ata, サブクール=122℃, 流速=9m/s)	
図2-17	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR103082)	45
	(入口温度=15℃, 圧力=3.5ata, サブクール=122℃, 流速=8m/s)	
図2-18	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR103072)	46
	(入口温度=15℃, 圧力=3.5ata, サブクール=122℃, 流速=7m/s)	
図2-19	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR103062)	47
	(入口温度=15℃, 圧力=3.5ata, サブクール=122℃, 流速=6m/s)	
図2-20	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR103052)	48
	(入口温度=15℃, 圧力=3.5ata, サブクール=122℃, 流速=5m/s)	
図2-21	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR615081)	49
	(入口温度=61℃, 圧力=5ata, サブクール=90℃, 流速=8m/s)	
図2-22	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR423081)	50
	(入口温度=42℃, 圧力=3ata, サブクール=90℃, 流速=8m/s)	
図2-23	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR101081)	51
	(入口温度=10℃, 圧力=1ata, サブクール=90℃, 流速=8m/s)	
図2-24	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR523081)	52
	(入口温度=52℃, 圧力=3ata, サブクール=80℃, 流速=8m/s)	
図2-25	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR823081)	53
	(入口温度=82℃, 圧力=3ata, サブクール=50℃, 流速=8m/s)	

図 2 - 2 6	流速とDNB熱流束の関係 (入口温度15℃, 出口圧力3.5ata)	54
図 2 - 2 7	圧力とDNB熱流束の関係 (サブクール90℃, 流速8m/s)	55
図 2 - 2 8	サブクール度とDNB熱流束の関係 (出口圧力3ata, 流速8m/s)	56
図 2 - 2 9	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NP103107) (入口温度=15℃, 圧力=3.5ata, サブクール=122℃, 流速=10m/s, 出力急昇速度=29.32kW/s)	57
図 2 - 3 0	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NP103096) (入口温度=15℃, 圧力=3.5ata, サブクール=122℃, 流速=9m/s, 出力急昇速度=21.06kW/s)	58
図 2 - 3 1	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NP103088) (入口温度=15℃, 圧力=3.5ata, サブクール=122℃, 流速=8m/s, 出力急昇速度=20.20kW/s)	59
図 2 - 3 2	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NP103077) (入口温度=15℃, 圧力=3.5ata, サブクール=122℃, 流速=7m/s, 出力急昇速度=16.91kW/s)	60
図 2 - 3 3	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NP103067) (入口温度=15℃, 圧力=3.5ata, サブクール=122℃, 流速=6m/s, 出力急昇速度=14.38kW/s)	61
図 2 - 3 4	重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NP103056) (入口温度=15℃, 圧力=3.5ata, サブクール=122℃, 流速=5m/s, 出力急昇速度=13.66kW/s)	62
図 2 - 3 5	流速とDNB熱流束の関係 (入口温度15℃, 出口圧力3.5ata)	63
図 2 - 3 6	局所高出力とコサイン分布出力定常試験結果の比較	64
図 2 - 3 7	局所高出力とコサイン分布出力定常試験結果の比較	65
図 2 - 3 8	局所高出力とコサイン分布出力定常試験結果の比較	66

1. 試験装置及び試験方法

1. 1 試験装置

(1) 流動系統

試験には、大洗工学センター原子炉工学室に設置されているCAT (Calibration Test Loop) ループを使用した。試験装置の主要機器配置を図1-1に示す。

CATループは、スプレーコンデンサ、循環系熱交換器、予熱器、循環ポンプ及びテスト部で構成されており、スプレーコンデンサを出た循環水は、循環系熱交換器で所定のサブクール度に調節された後、循環ポンプによって加圧され、予熱器を経てテスト部（供試体）に流入する。テスト部にて加熱された循環水は気液二相流となり再びスプレーコンデンサに戻る閉ループとなっている。

一方、予熱器出口にはテスト部バイパス系が設けてあり、DNB時の圧力変動を緩和できるようにになっている。また、テスト部入口に専用の流量計及び流量調節弁を設ける事で、測定精度を確保している。

予熱器は、昇温時の主な熱源として使用される他、試験時におけるテスト部入口温度（サブクール度）の微調節に用いられる。また、系統圧力調節用空気供給系を、スプレーコンデンサに接続することにより、系統圧力の調節を行っている。

本装置の基本性能は以下に示す通りであり、CATループを構成する主要機器の仕様を表1-1に示す。

① 最高使用圧力	:	11 kg/cm ² ・a
（スプレコンデンサ内圧力）	:	5 kg/cm ² ・a
② 最高使用温度	:	180 ℃
③ 最大流量	:	18 m ³ /h
（試験体最大流量）	:	0.6 m ³ /h
④ 最大出力	:	510 kW
（試験体最大出力）	:	200 kW

(2) テスト部（供試容器）

テスト部は図1-2に示すように円管試験体を内部に組み込んだ状態で、円管試験体の内側流路に循環水を流すための配管を接続している。また、加熱用電源を接続し直接

通電加熱が可能なよう、上下部電極板を有する構造となっている。

また、供試体表面温度計測用の熱電対を外部に引き出すための取出口が、テスト部下部に設置してある。尚、供試体、上下部電極板等は試験容器、出入口配管等と直接、あるいは流体等を通じての電気漏洩が極力押さえられるよう考慮され、種々の絶縁対策が施されている。特に絶縁ライナーは、試験体表面がDNBの発生により高温状態になり、曲がり等が生じたとしても、直接テスト部容器に接触し電氣的に短絡しないよう、高温でも優れた電気絶縁性と強度を有するアルミナ (Al_2O_3) 材を使用している。

供試体は内径3.0mm発熱長1000mmと細径で且つ長尺のため、曲がり防止のための振れ止めピンが軸方向に7段、かつ周方向3箇所にて設けられている。また、供試体の高温時における伸びは、テスト部下部において高温用ゴム（バイトン）製Oリング及びテフロン製バックアップリングによって下方向に逃がしている。下部電極板も同様にテスト部の伸びを逃がす為にフレキ構造となっている。

(3) 供試体

試験に使用する局所高出力円管供試体の構造を図1-3に、コサイン分布出力円管供試体の構造を図1-4に示す。

① 発熱管

発熱管は、高温にも耐えるよう、インコネル-601材を使用している。発熱管内径は、重水冷却SERAPH炉の集合体内サブチャンネルの水力等価直径に合わせて3.0mmとしている。また、内面粗さも流況への影響を考慮し6.3S以内に仕上げている。

a. 局所高出力分布発熱管

発熱分布は、発熱終端に長さ30mmの高熱流束部を持った局所高出力とする。図1-5に局所高出力円管供試体の軸方向出力分布を示す。局所高出力部は、他の部分に対し2倍の軸方向ピーキング係数とした。

b. コサイン分布出力発熱管

発熱分布は、図1-6に示すような軸方向コサイン分布出力を有し、中央部の軸方向ピーキング係数 (APF) は1.33とした。

② 上下部導電棒

上下部導電棒は、大電流を発熱管に導くためのものであり、自己発熱を最小限に押さえるために材質は純度99.9%以上の無酸素銅（C1020BD-H）を採用している他、電極接続部での接触抵抗等による異常発熱を押さえるために、接触部表面に銀メッキ（10 μ m程度）を施してある。尚、上下部導電棒においても発熱管と同等の内径精度、表面粗さを確保している。

③ 熱電対及び熱電対取付位置

熱電対は直接通電部に取付けられるため、図1-7に示す様なシース（インコネル材）型熱電対（非設置型）を採用している。内面（流体側）近くに熱電対温接点を取り付けることは発熱管溝加工上の技術的な制約から困難であるため、発熱管外面に熱電対取付用溝を設け、熱電対をTig熔接によって取付けている。溝の深さは、内面より0.45mm発熱管の肉厚を残すようにした。この場合の熱電対温接点位置は、発熱管内面より0.7mmとなる。尚、本供試体は、図1-3～4に示すようにDNBの広がりを見測できるように、熱電対取付位置は、発熱管軸方向全長にわたって設置している。

また、冷却材の出口温度を正確に測定できるように、上部導電棒内側流路内に熱電対を取付けてある。

a. 局所高出力発熱部

局所発熱部のTC-020A,TC-020Bについては、図1-8に示す様に発熱管が更に薄肉のため、熱電対取付用溝深さは内面より0.35mm（温接点位置で内面より0.6mm）とする。尚、試験体に取り付ける熱電対本数は、11本とする。

b. コサイン分布出力発熱部

発熱管中央付近のTC300A・B,400A・B,500A・B,600A・Bについては、図1-9に示す様に発熱管が更に薄肉のため、熱電対取付用溝深さは0.4mmとする。尚、試験体に取り付ける熱電対本数は、16本とする。

(4) 計測器

試験における主要計測項目は、圧力、流量、温度、出力である。試験における圧力及び流量の計測には、電子式圧力発信器及びタービン流量計を用い、計測精度は、各々±

0.5%FS以内である。温度計には全て0.75級のK型熱電対を用いている。また、テスト部出力の計測は、電圧及び電流を測定し、その値より算出した。出力の計測精度は±2kW以内である。

表1-2～3に本試験で使用した計測チャンネル毎の測定範囲及び換算定数を示す。これらのデータは全て、PANAFACOM U-1500をCPUとするデータ収録装置によって2Hz及び32Hzで同時サンプリングし、磁気ディスク上のファイルに保存した。

1. 2 試験方法

SERAPH炉は、安全研究用パルス炉であることから、本来は、パルス状過出力条件でのDNB熱流束を把握しておく必要がある。しかし、前述したように低圧、かつ、高流速条件でのDNB熱流束実験データが少なく、定常状態でのDNB熱流束も推定不可能であることから、本試験では、先ず、定常状態でのDNB熱流束を明らかにし、その上でパルス状過出力条件の試験を行うこととした。

1. 2. 1 定常試験条件

(1) 入口流量

入口流量は、SERAPH炉の現設計計画値である流速8m/secを基準とし、その62.5%～125%間6点をパラメータとした。

(2) テスト部出口圧力

試験におけるテスト部出口圧力は、SERAPH炉の運転圧力 $3\text{kg/cm}^2 \cdot \text{a}$ を基準とし、大気圧～試験装置の最高使用圧力である $5\text{kg/cm}^2 \cdot \text{a}$ 間3点をパラメータとした。

(3) サブクール度

冷却材のサブクール度は、SERAPH炉における炉心入口温度の現設計計画値である10℃とSERAPH炉の運転圧力 $3\text{kg/cm}^2 \cdot \text{a}$ （飽和温度132℃）を考慮して、122℃～50℃間3点をパラメータとした。試験条件表を表1-4～5に示す。

なお、試験におけるサブクール度の定義は、テスト部出口の圧力測定値から求めた飽

和温度とテスト部入口温度の差とした。

(4) 定常試験手順

テスト部の出口圧力、入口圧力、入口流量等の流動条件を所定の値に設定し、その値が安定した状態より、0.2kW/sec以内の速度でDNBが発生するまで出力をランプ状に上昇させ、発熱管表面温度が上昇してトリップ設定温度に達するまでのテスト部出力、流動条件、表面温度等のデータを計測した。

試験で得られたデータは、図1-10に示すようにセンターの大型計算機に送られ、DNB熱流束の算出、温度分布出力等の処理がなされる。ドライアウトの判定については急激な流量低下と温度上昇開始点をDNBの発生点とした。

1. 2. 2 非定常試験条件

SERAPH炉のパルス出力が約1秒間で初期出力の10倍に達することから、非定常試験では、出力を初期出力から1秒以内でパルス状に上昇させる試験を行った。なお、非定常試験におけるテスト部入口流量、サブクール度の流動条件は、定常試験と同一として実施した。

(1) 出力

出力については、初期出力を5kWとし、SERAPH炉のパルス出力条件を考慮して1秒以内に定常試験においてDNBの発生した出力を超える値まで上昇させ、出力が目標値に達したところで0.2秒間その値を保持した後、5秒間で初期出力5kWまで下降させた。非定常試験の条件を表1-6に示す。

(2) 非定常試験手順

テスト部の出口圧力、入口圧力、入口流量を所定の値に設定した後、その値が安定した状態より、初期出力5kWを投入し、30秒後に出力を急上昇させ、発熱管表面温度がトリップ設定温度に達するまでのテスト部出力、流動条件、表面温度等のデータを計測した。ドライアウトの判定については急激な温度上昇開始点をDNBの発生点とし、出力ピーク値をDNB出力とした。

2. 試験結果

2. 1 局所高出力円管供試体定常試験結果

2. 1. 1 局所高出力円管供試体定常試験の発熱管表面温度挙動

図2-1にスプレーコンデンサ圧力を $3\text{kg/cm}^2\text{a}$ 、流速 10m/s 、サブクール度 122°C の条件で測定した試験結果の一例を示す。このケースでは、テスト部出力が約 35kW から僅かづつ上昇しており、約44秒の時点で冷却水の沸騰による圧力損失の増加によって流量の低下が発生している。この流量低下開始とほぼ同時に発熱管表面温度が急激に上昇していることから、この時点でDNBが発生したと判断できる。図には測定した全熱電対の指示値をプロットしているが発熱管に設置した全熱電対の指示温度がほぼ同時に上昇していることから発熱管全体でDNBが起こっているものと判断できる。この場合のDNB出力は 35.7kW 、DNB熱流束は 3.71MW/m^2 である。

図2-2～11に流速、テスト部出口圧力、サブクール度をパラメータにして測定した全試験結果を同様のグラフで示すが、全ケースとも発熱管全体でDNBが発生している。また、本試験で得られたDNB発生時のデジタルデータを表2-1に示す。

2. 1. 2 流速とDNB熱流束の関係

図2-12にテスト部出口圧力 $3\text{kg/cm}^2\text{a}$ 、サブクール度 122°C の場合の流速とDNB熱流束の関係を整理した結果を示す。DNB熱流束は、流量が増加するに従い徐々に増加し、ほぼニアに近い実線で示すことができる。以上のことからSERAPH炉の計画流速 8m/s でのDNB熱流束は、約 3.0MW/m^2 であると考えられる。

2. 1. 3 圧力とDNB熱流束の関係

流速が 8m/s 、サブクール度 90°C として圧力とDNB熱流束の関係を整理した結果を図2-13に示す。圧力は $1\sim 5\text{kg/cm}^2\text{a}$ の範囲で変化させたが何れの圧力においてもDNB熱流束は約 $2.19\sim 2.49\text{MW/m}^2$ 程度であり圧力の影響はほとんどみられない。

2. 1. 4 サブクール度とDNB熱流束の関係

テスト部出口圧力 $3\text{kg/cm}^2\text{a}$ 、流速 8m/s としてDNB熱流束とサブクール度 of 関係を整理した結果を図2-14に示す。DNB熱流束は、サブクール度が大きくなるに従い徐々に

増加する。

2. 2 コサイン分布出力円管供試体定常試験結果

2. 2. 1 コサイン分布出力円管供試体定常試験の発熱管表面温度挙動

図2-15にスプレーコンデンサ圧力を $3.5\text{kg/cm}^2\text{a}$ 、流速 10m/s 、サブクール度 122°C の条件で測定した試験結果の一例を示す。このケースでは、テスト部出力が約 39kW から僅かずつ上昇しており、約47秒の時点で冷却水の沸騰による圧力損失の増加によって流量の低下が発生している。この流量低下開始とほぼ同時に発熱管表面温度が急激に上昇していることから、この時点でDNBが発生したと判断できる。図には測定した全熱電対の指示値をプロットしているが発熱管に設置した全熱電対の指示温度がほぼ同時に上昇していることから発熱管全体でDNBが起きているものと判断できる。この場合のDNB出力は 39.37kW 、DNB熱流束は 5.55MW/m^2 である。

図2-16～25に流速、テスト部出口圧力、サブクール度をパラメータにして測定した全試験結果を同様のグラフで示すが、全ケースとも発熱管全体でDNBが発生している。また、本試験で得られたDNB発生時のデジタルデータを表2-2に示す。

2. 2. 2 流速とDNB熱流束の関係

図2-26にテスト部出口圧力 $3.5\text{kg/cm}^2\text{a}$ 、サブクール度 122°C の場合の流速とDNB熱流束の関係を整理した結果を示す。DNB熱流束は、流量が増加するに従い徐々に増加する。

2. 2. 3 圧力とDNB熱流束の関係

流速が 8m/s 、サブクール度 90°C として圧力とDNB熱流束の関係を整理した結果を図2-27に示す。圧力は $1\sim 5\text{kg/cm}^2\text{a}$ の範囲で変化させたが何れの圧力においてもDNB熱流束は約 $3.0\sim 3.2\text{MW/m}^2$ 程度であり圧力の影響はほとんどみられない。

2. 2. 4 サブクール度とDNB熱流束の関係

テスト部出口圧力 $3\text{kg/cm}^2\text{a}$ 、流速 8m/s としてDNB熱流束とサブクール度とDNB熱流束の関係を整理

した結果を図2-28に示す。DNB熱流束は、サブクール度が大きくなるに従い徐々に増加する。

2.3 コサイン分布出力円管供試体非定常試験結果

2.3.1 コサイン分布出力円管供試体非定常試験の発熱管表面温度挙動

図2-29にテスト部出口圧力を $3.5\text{kg/cm}^2\text{a}$ 、流速 10m/s 、サブクール度 122°C の条件で測定した非定常試験結果の一例を示す。このケースでは、テスト部初期出力を 5kW 一定に保った状態で 30.9 秒から 32.4 秒の間に直線的に 48.6kW まで上昇（急昇速度 29.32kW/s ）し、その値を保持した後、表面温度がトリップ設定温度 400°C に達し出力は低下している。この間、定常試験と同様に冷却水の沸騰による圧力損失の増加によって流量の低下が発生している。非定常試験では、短時間で出力（熱流束）が上昇し、それに伴って発熱管表面温度も急激な上昇をするため、非定常試験でのDNB発生判定は難しいが、本試験では、定常試験においてDNBと判定した発熱管表面温度に達した時点をDNBの発生点とし、出力はピーク時の値を使用している。このケースの場合のDNB出力は 48.6kW 、DNB熱流束は 6.86MW/m^2 である。図には測定した全熱電対の指示値をプロットしているが非定常試験の場合についても発熱管に設置した全熱電対の指示温度がほぼ同じ温度を示していることから発熱管全体でDNBが起こっているものと判断できる。

図2-30～34に流速、サブクール度をパラメータにして測定した全試験結果を同様のグラフで示すが、非定常の場合についても、定常試験結果と同じく、全ケースとも発熱管全体でDNBが発生している。また、本試験で得られたDNB発生時のデジタルデータを表2-3に示す。

2.3.2 流速とDNB熱流束の関係

図2-35にテスト部出口圧力 $3.5\text{kg/cm}^2\text{a}$ 、サブクール度 122°C の場合の流速とDNB熱流束の関係を整理した結果を示す。DNB熱流束は、流量が増加するに従い徐々に増加する。

2. 4 局所高出力とコサイン分布出力円管供試体定常試験結果の比較

2. 4. 1 流速とDNB熱流束の関係

図2-36にテスト部入口温度10~15℃、サブクール度122℃、テスト部出口圧力3~3.5kg/cm²aとして流速をパラメータとした場合の局所高出力と軸方向コサイン分布出力円管供試体の定常試験のDNB熱流束の比較を示す。DNB熱流束は、今回測定した範囲では、DNBの発生する軸方向位置が異なるため軸方向コサイン分布のほうが高流速領域においては、約50%高い値を示し、低流速領域になるに従い局所高出力分布のDNB熱流束に漸近する。

2. 4. 2 圧力とDNB熱流束の関係

図2-37にサブクール度90℃、流速を8m/sとして圧力をパラメータとした場合の局所高出力とコサイン分布出力円管供試体の定常試験のDNB熱流束の比較を示す。DNB熱流束は、軸方向のDNB発生位置が異なり、コサイン分布の場合APFの高い位置で発生しているためコサイン分布出力のほうが全体的に約30%高い値を示すが、いずれの場合でもDNB熱流束の及ぼす圧力の影響はほとんどない。

2. 4. 3 サブクール度とDNB熱流束の関係

図2-38にテスト部出口圧力3~3.5kg/cm²a、流速8m/sとしてサブクールをパラメータとした場合の局所高出力とコサイン分布出力円管供試体の定常試験のDNB熱流束の比較を示す。DNB熱流束は、今回測定した範囲では、DNBの発生する軸方向位置が異なるため、コサイン分布出力のほうが高サブクール領域においては、約35%高い値を示し、低サブクール領域になるに従い局所高出力分布のDNB熱流束に漸近する。

表1-1 CATループ主要機器一覧表

機 器 名	数 量	型 式	主 仕 様
スプレーコンデンサ	1	直接式 円筒型	最高使用圧力 1.1 kg/cm ² ・a, 容量 1.28 m ³ 最高使用温度 180℃, 最大凝縮容量 510 kW
循環系熱交換器	1	シェルアンド チューブ方式 横置型	最高使用圧力 1.1 kg/cm ² ・a, 容量 0.12 m ³ 最高使用温度 180℃, 最大流量 18 m ³ /h 交換熱量 510 kW
予熱器	1	シースヒータ 方式	最高使用圧力 1.1 kg/cm ² ・a, 容量 0.0442 m ³ 電気容量 50 kW, 電源 AC200V. 50Hz
循環ポンプ	1	片吸込単段 渦巻型	最高使用圧力 1.1 kg/cm ² ・a, 最大流量 18 m ³ /h 最高使用温度 180℃, 揚程 60 mAq以上 電源 3φ. 400V. 50Hz

表 1-2 計測項目一覧表 (局所高出力円管供試体)

■は、特に対象とするデータ

CH. No		データ名称	レンジ Vi	スケール P	単位	換算定数	
32Hz	2Hz					A	B
	■81	循環流量 No. 1					
		大	DC 1~5	0 ~ 18	m ³ /h	4.5	4.5
■82	■62	テスト部入口流量	"	0 ~ 10	l/m	2.5	2.5
	■63	スプレー流量	"	0 ~ 8	m ³ /h	2.0	2.0
	64						
	65						
	66						
	67						
	68						
	69						
	70						
■82	■71	スプレーコンデンサ内圧力	DC 1~5	0 ~ 10	kg/cm ² g	2.5	2.5
	■72	テスト部入口圧力	"	"	"	"	"
■83	■73	テスト部出口圧力	"	"	"	"	"
	■74	スプレーコンデンサ液位	"	0 ~ ±2	m	0.5	0.5
■84	■77	テスト部電圧	DC 1~5	0 ~ 200	V	50.0	50.0
■85	■78	テスト部電流	"	0 ~ 6000	A	1500.0	1500.0
	■79	テスト部リーク電流	"	0 ~ 10	"	2.5	2.5
	■80	予熱器電力	"	0 ~ 70	kW	17.5	17.5
	■81	電力換算					
	82						
	83						
	84						
	85						
	86						
	87						
	■88	テスト部バーンアウト信号	DC 0/L.5	OFF/ON	--	1.0	0
	89						
	90						

物理量への換算式: $V = V_i \times A - B$

CH. No		データ名称	レンジ Vi	スケール P	単位	換算定数	
32Hz	2Hz					A	B
	91						
	92						
	93						
	94						
	95	予備					
■96	■96	スプレーコンデンサ内温度	熱電対 k	--	--	1.0	0
■97	■97	循環系熱交換器入口温度	"	"	"	"	"
■98	■98	循環系熱交換器出口温度	"	"	"	"	"
■99	■99	循環流量計入口温度	"	"	"	"	"
■100	■100	スプレー流量計入口温度	"	"	"	"	"
■6	■101	上部導電棒内温度 (TC-50A)	DC 0~2.5	0 ~ 500	°C	200.0	0.0
■7	■102	発熱管表面温度 (TC020A)	"	"	"	"	"
■8	■103	" (TC020B)	"	"	"	"	"
■9	■104	" (TC100A)	"	"	"	"	"
■10	■105	" (TC100B)	"	"	"	"	"
■11	■106	" (TC200A)	"	"	"	"	"
■12	■107	" (TC200B)	"	"	"	"	"
■13	■108	" (TC400A)	"	"	"	"	"
	■109	" (TC400B)	"	"	"	"	"
	■110	" (TC800A)	"	"	"	"	"
	■111	" (TC800B)	"	"	"	"	"
	112						
	113						
	114						
	115						
	116						
	117						
	■118	テスト部出口温度	DC 0~2.5	0 ~ 500	°C	200.0	0.0
■119	■119	テスト部入口温度	"	"	"	"	"
	120						

注) 1. 81 ch は、テスト部電力 (W) の計算機による処理結果出力用として使用する
81 ch = 77 ch × 78 ch

表1-3 計測項目一覧表 (コイル分布出力円管供試体)

■は、特に対象とするデータ

CH. No		データ名称	レンジ V _i	スケール P	単位	換算定数	
32Hz	2Hz					A	B
	■61	循環流量 No. 1					
		大	DC 1~5	0 ~ 18	m ³ /h	4.5	4.5
■62	■62	テスト部入口流量	"	0 ~ 10	l/m	2.5	2.5
	■63	スプレー流量	"	0 ~ 8	m ³ /h	2.0	2.0
	64						
	65						
	66						
	67						
	68						
	69						
	70						
■71	■71	スプレーコンデンサ内圧力	DC 1~5	0 ~ 10	kg/cm ² g	2.5	2.5
	■72	テスト部入口圧力	"	"	"	"	"
■73	■73	テスト部出口圧力	"	"	"	"	"
	■74	スプレーコンデンサ液位	"	0 ~ ±2	m	0.5	0.5
■77	■77	テスト部電圧	DC 1~5	0 ~ 200	V	50.0	50.0
■78	■78	テスト部電流	"	0 ~ 6000	A	1500.0	1500.0
	■79	テスト部リーク電流	"	0 ~ 10	"	2.5	2.5
	■80	予熱器電力	"	0 ~ 70	kW	17.5	17.5
	■81	電力換算					
	82						
	83						
	84						
	85						
	86						
	87						
	■88	テスト部バーンアウト信号	DC 0/1.5	OFF/ON	--	1.0	0
	89						
	90						

物理量への換算式: $V = V_i \times A - B$

CH. No		データ名称	レンジ V _i	スケール P	単位	換算定数	
32Hz	2Hz					A	B
	91						
	92						
	93						
	94						
	95	予備					
■98	■98	スプレーコンデンサ内温度	熱電対 k	--	--	1.0	0
■97	■97	循環系熱交換器入口温度	"	"	"	"	"
■98	■98	循環系熱交換器出口温度	"	"	"	"	"
■99	■99	循環流量計入口温度	"	"	"	"	"
	■100	スプレー流量計入口温度	"	"	"	"	"
■101	■101	上部導電棒内温度 (TC-50A)	DC 0~2.5	0 ~ 500	℃	200.0	0.0
■102	■102	発熱管表面温度 (TC050A)	"	"	"	"	"
	■103	" (TC050B)	"	"	"	"	"
■104	■104	" (TC100A)	"	"	"	"	"
	■105	" (TC100B)	"	"	"	"	"
■106	■106	" (TC200A)	"	"	"	"	"
	■107	" (TC200B)	"	"	"	"	"
■108	■108	" (TC300A)	"	"	"	"	"
	■109	" (TC300B)	"	"	"	"	"
■110	■110	" (TC400A)	"	"	"	"	"
	■111	" (TC400B)	"	"	"	"	"
■112	■112	" (TC500A)	"	"	"	"	"
	■113	" (TC500B)	"	"	"	"	"
■114	■114	" (TC600A)	"	"	"	"	"
	■115	" (TC600B)	"	"	"	"	"
	■116	" (TC800A)	"	"	"	"	"
	■117	" (TC800B)	"	"	"	"	"
	■118	テスト部出口温度	"	"	"	"	"
■119	■119	テスト部入口温度	"	"	"	"	"
	120						

注) 1. 81 ch は、テスト部電力 (W) の計算機による処理結果出力用として使用する
81 ch = 77 ch × 78 ch

表 1-4 局所高出力円管供試体定常試験条件表

試験No.	入口温度 (°C)	圧力 (ata)	*サブクール度 (°C)	流速 (m/s)	流量 (l/min)	炉内設定温度 (°C)
流速パラメータ						
LR103101	10.0	3.0	122.0	10.0	4.24	400.0
LR103091	10.0	3.0	122.0	9.0	3.82	400.0
LR103082	10.0	3.0	122.0	8.0	3.39	400.0
LR103071	10.0	3.0	122.0	7.0	2.97	400.0
LR103061	10.0	3.0	122.0	6.0	2.54	350.0
LR103051	10.0	3.0	122.0	5.0	2.12	350.0
圧力パラメータ						
LR615081	61.0	5.0	90.0	8.0	3.39	400.0
LR423081	42.0	3.0	90.0	8.0	3.39	350.0
LR101081	10.0	1.0	90.0	8.0	3.39	350.0
サブクール度パラメータ						
LR103082	10.0	3.0	122.0	8.0	3.39	400.0
LR523081	52.0	3.0	80.0	8.0	3.39	350.0
LR823081	82.0	3.0	50.0	8.0	3.39	350.0

* (テスト部出口圧力に相当する飽和温度と入口温度の差)

表1-5 コイン分布出力円管供試体定常試験条件表

試験No.	入口温度 (°C)	圧力 (ata)	*サブクール度 (°C)	流速 (m/s)	流量 (l/min)	ヒグ設定温度 (°C)
流速パラメータ						
NR103102	15.0	3.5	122.0	10.0	4.24	400.0
NR103092	15.0	3.5	122.0	9.0	3.82	400.0
NR103082	15.0	3.5	122.0	8.0	3.39	400.0
NR103072	15.0	3.5	122.0	7.0	2.97	400.0
NR103062	15.0	3.5	122.0	6.0	2.54	350.0
NR103052	15.0	3.5	122.0	5.0	2.12	350.0
圧力パラメータ						
NR615081	61.0	5.0	90.0	8.0	3.39	400.0
NR423081	42.0	3.0	90.0	8.0	3.39	350.0
NR101081	10.0	1.0	90.0	8.0	3.39	350.0
サブクール度パラメータ						
NR103082	15.0	3.5	122.0	8.0	3.39	400.0
NR523081	52.0	3.0	80.0	8.0	3.39	350.0
NR823081	82.0	3.0	50.0	8.0	3.39	350.0

* (テスト部出口圧力に相当する飽和温度と入口温度の差)

表1-6 コサイン分布出力円管供試体非定常試験条件表

試験No.	入口温度 (°C)	圧力 (ata)	*サブクール度 (°C)	流速 (m/s)	流量 (l/min)	初期出力 (kW)	目標出力 (kW)	目標設定温度 (°C)
流速パラメータ								
NP103107	15.0	3.5	122.0	10.0	4.24	5.0	42.9	400.0
NP103096	15.0	3.5	122.0	9.0	3.82	5.0	36.3	400.0
NP103088	15.0	3.5	122.0	8.0	3.39	5.0	33.1	400.0
NP103077	15.0	3.5	122.0	7.0	2.97	5.0	28.9	400.0
NP103067	15.0	3.5	122.0	6.0	2.54	5.0	24.7	350.0
NP103056	15.0	3.5	122.0	5.0	2.12	5.0	21.0	350.0

* (テスト部出口圧力に相当する飽和温度と入口温度の差)

表2-1 局所高出力円管供試体定常試験CHFデータリスト

Run No.	TIME(sec)	QW(kW)	Fin(l/min)	CHF(MW/m ²)	G(kg/m ² s)	Tin(°C)	Pout(kg/cm ² a)	TC-No.
流速パラメータ								
LR103101	44.188	35.70	4.21	3.71	9922.76	11.77	2.96	TC100A
LR103091	47.875	32.05	3.73	3.33	8793.44	9.24	3.08	TC100A
LR103082	47.594	29.15	3.35	3.03	7897.27	9.76	3.07	TC100A
LR103071	47.594	25.00	2.91	2.60	6859.67	10.36	2.97	TC200B
LR103061	47.656	21.80	2.54	2.26	5987.41	10.48	3.05	TC100B
LR103051	44.562	19.46	2.18	2.02	5138.59	10.92	3.06	TC100B
圧力パラメータ								
LR615081	47.344	21.00	3.39	2.19	7843.59	63.63	4.97	TC200A
LR423081	48.156	22.20	3.34	2.31	7806.72	42.72	3.01	TC100A
LR101081	46.437	23.90	3.31	2.49	7802.53	10.43	1.16	TC100B
サブクールパラメータ								
LR103082	47.594	29.15	3.35	3.03	7897.27	9.76	3.07	TC100A
LR523081	46.906	19.10	3.40	1.99	7907.93	53.63	2.97	TC200B
LR823081	42.656	13.00	3.19	1.35	7284.87	84.94	2.97	TC200B

TIME : ドライアウト時間 (sec) QW : テスト部出力 (kW) Fin : 流量 (l/min)
 CHF : 限界熱流束 (MW/m²) G : MASS FLUX (kg/m²s) Tin : 入口温度 (°C)
 Pout : 出口圧力 (kg/cm²a) TC-No. : 最初にドライアウトした熱伝対番号

表 2-2 コイン分布出力円管供試体定常試験CHFデータリスト

Run No.	TIME(sec)	QW(kW)	Fin(l/min)	CHF(MW/m ²)	G(kg/m ² s)	Tin(°C)	Pout(kg/cm ² a)	TC-No.
流速パラメータ								
NR103102	47.219	39.37	4.23	5.55	9964.78	15.72	3.53	TC600B
NR103092	46.469	33.00	3.73	4.49	8785.98	16.39	3.56	TC300B
NR103082	46.813	30.11	3.34	4.09	7866.62	16.95	3.56	TC400A
NR103072	46.781	26.80	2.91	3.64	6854.84	16.06	3.53	TC400A
NR103062	44.938	22.70	2.48	3.09	5842.01	15.97	3.43	TC400A
NR103052	46.312	19.20	2.06	2.34	4853.04	15.42	3.51	TC300B
圧力パラメータ								
NR615081	46.344	22.80	3.34	3.10	7729.27	63.31	5.06	TC200B
NR423081	47.938	22.09	3.28	3.00	7663.71	43.59	3.06	TC300B
NR101081	47.062	22.68	3.08	3.20	7259.65	11.45	1.15	TC600B
サブクールパラメータ								
NR103082	46.813	30.11	3.34	4.09	7866.62	16.95	3.56	TC400A
NR523081	47.469	18.25	3.26	2.23	7528.68	53.53	2.88	TC300B
NR823081	45.688	13.60	3.05	1.66	6966.33	84.69	3.02	TC300B

TIME : ドライアウト時間 (sec) QW : テスト部出力 (kW) Fin : 流量 (l/min)
 CHF : 限界熱流束 (MW/m²) G : MASS FLUX (kg/m²s) Tin : 入口温度 (°C)
 Pout : 出口圧力 (kg/cm²a) TC-No. : 最初にドライアウトした熱伝対番号

表 2-3 コイン分布出力円管供試体非定常試験CHFデータリスト

Run No.	TIME(sec)	QW(kW)	Fin(l/min)	CHF(MW/m ²)	G(kg/m ² s)	Tin(°C)	Pout(kg/cm ² a)	Qv(kW/s)	TC-No.
流速パラメータ									
NP103107	32.344	48.65	4.19	9.88	9872.81	14.13	3.56	29.32	TC600A
NP103096	32.407	40.96	3.84	9.05	9045.93	15.80	3.55	21.06	TC400A
NP103088	31.850	36.75	3.38	7.97	7963.07	15.16	3.57	20.20	TC400A
NP103077	33.173	32.48	2.95	6.96	6950.34	14.84	3.48	16.91	TC400A
NP103067	33.298	27.83	2.56	6.04	6031.48	14.84	3.53	14.38	TC400A
NP103056	32.637	22.56	2.13	5.02	5018.14	15.17	3.51	13.66	TC400A

TIME : ドライアウト時間 (sec) QW : テスト部出力 (kW) Fin : 流量 (l/min)
 CHF : 限界熱流束 (MW/m²) G : MASS FLUX (kg/m²s) Tin : 入口温度 (°C)
 Pout : 出口圧力 (kg/cm²a) Qv : 出力急昇速度 (kW/s) TC-No. : 最初にドライアウトした熱伝対番号

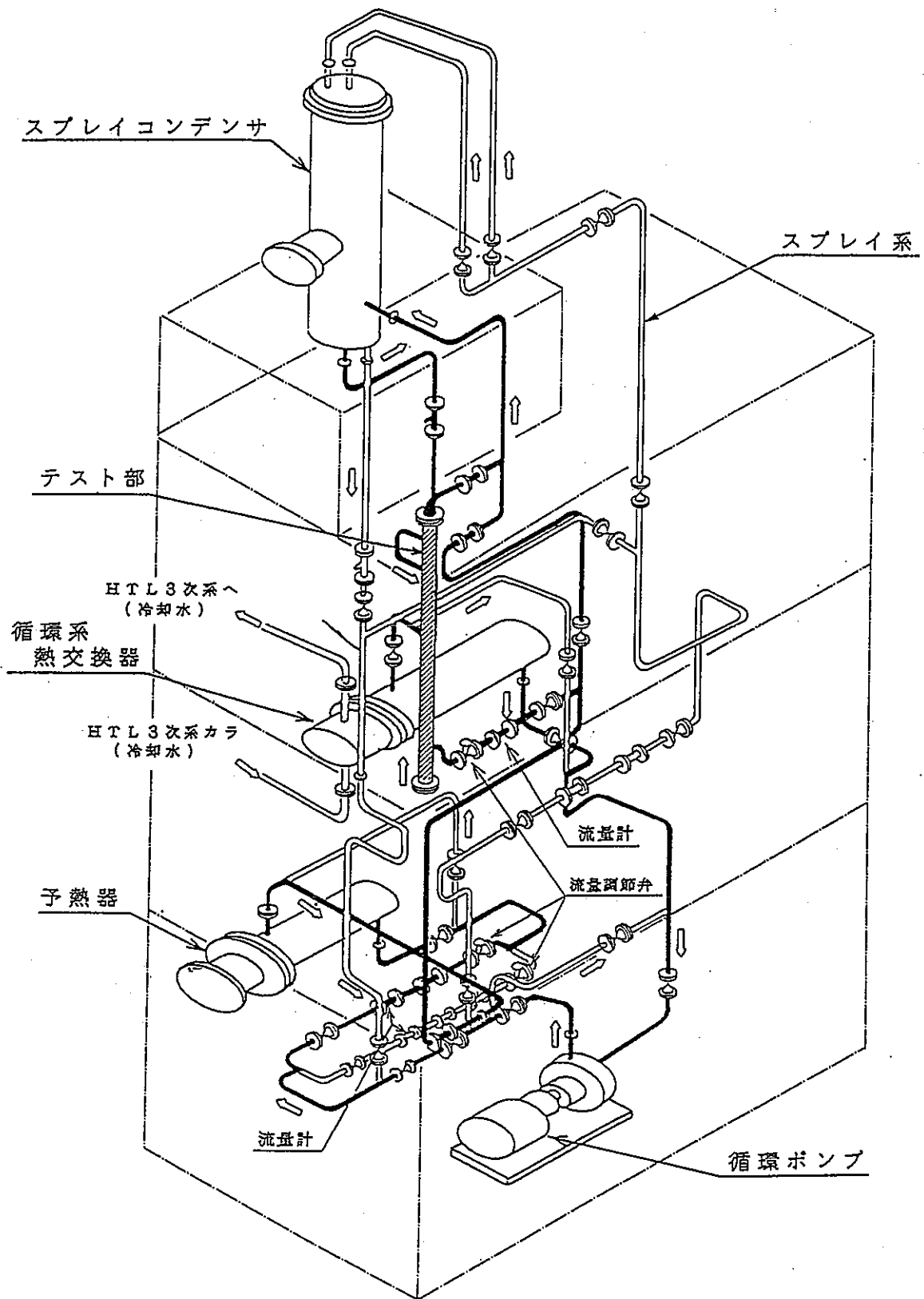


図1-1 CATループ流動系統

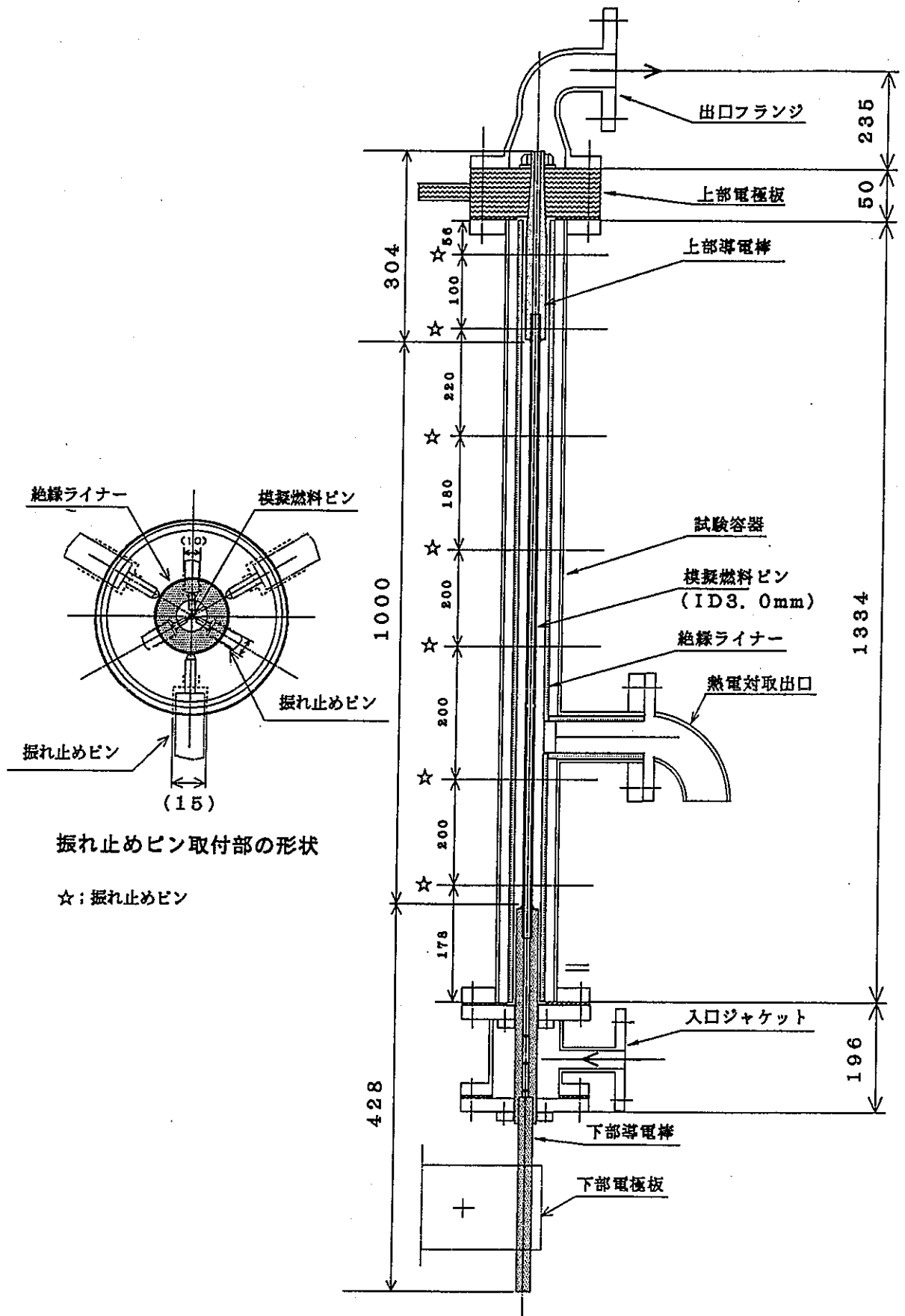


図1-2 テスト部の形状・寸法

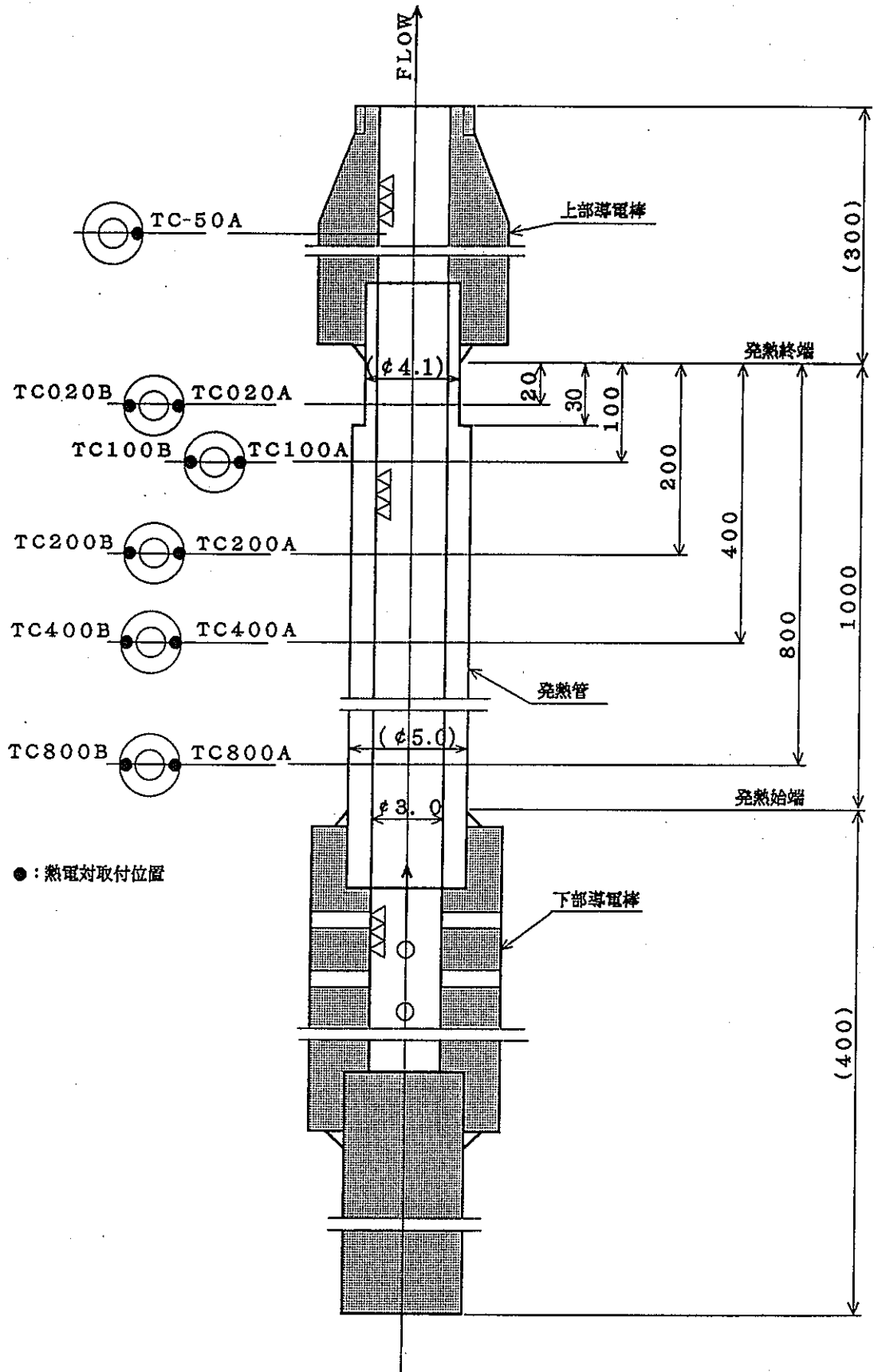


図1-3 局所高出力円管供試体構造図

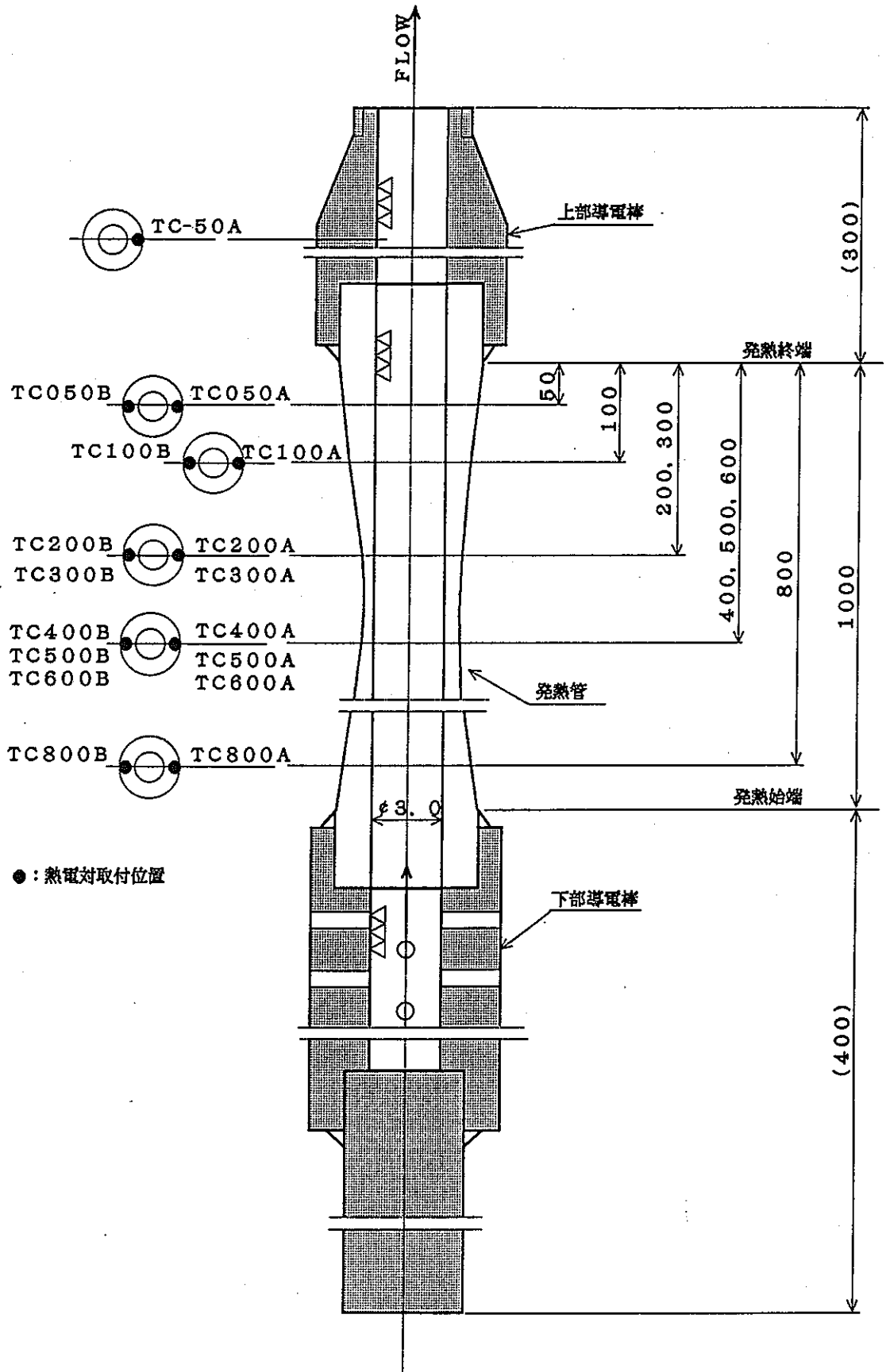


図1-4 コサイン分布出力円管供試体構造図

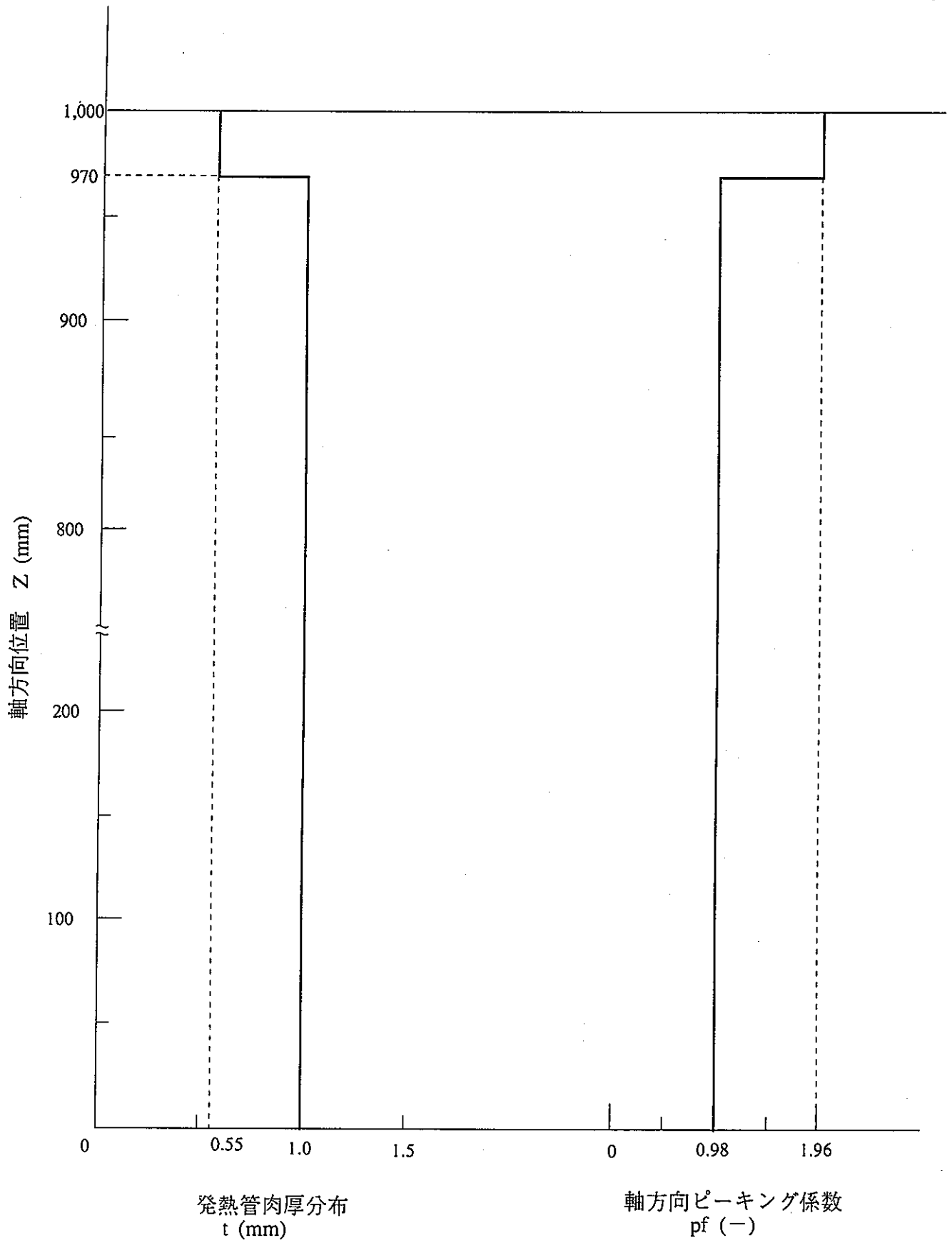


図 1 - 5 局所高出力円管供試体軸方向出力分布

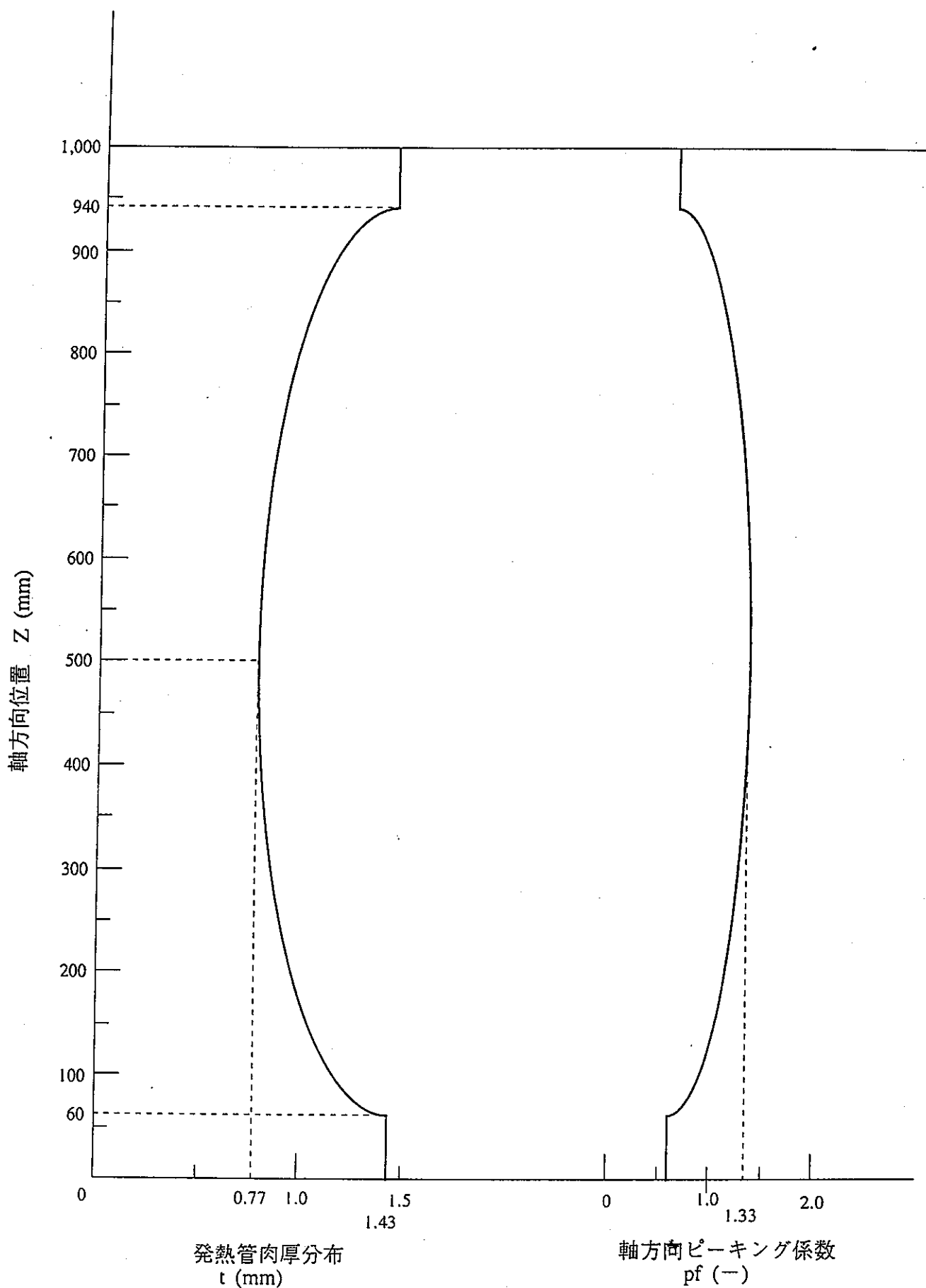


図1-6 コサイン分布出力円管供試体軸方向出力分布

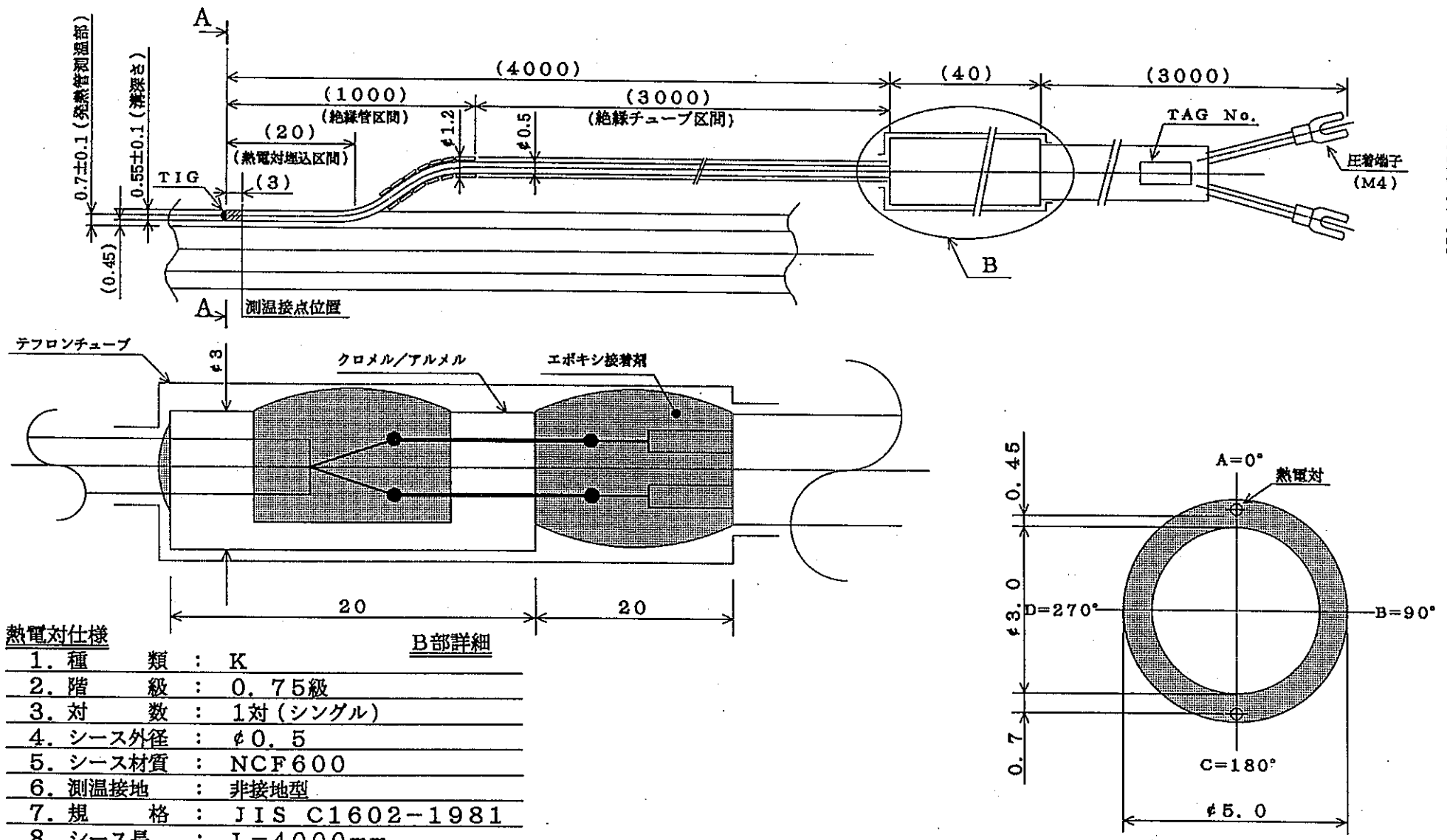
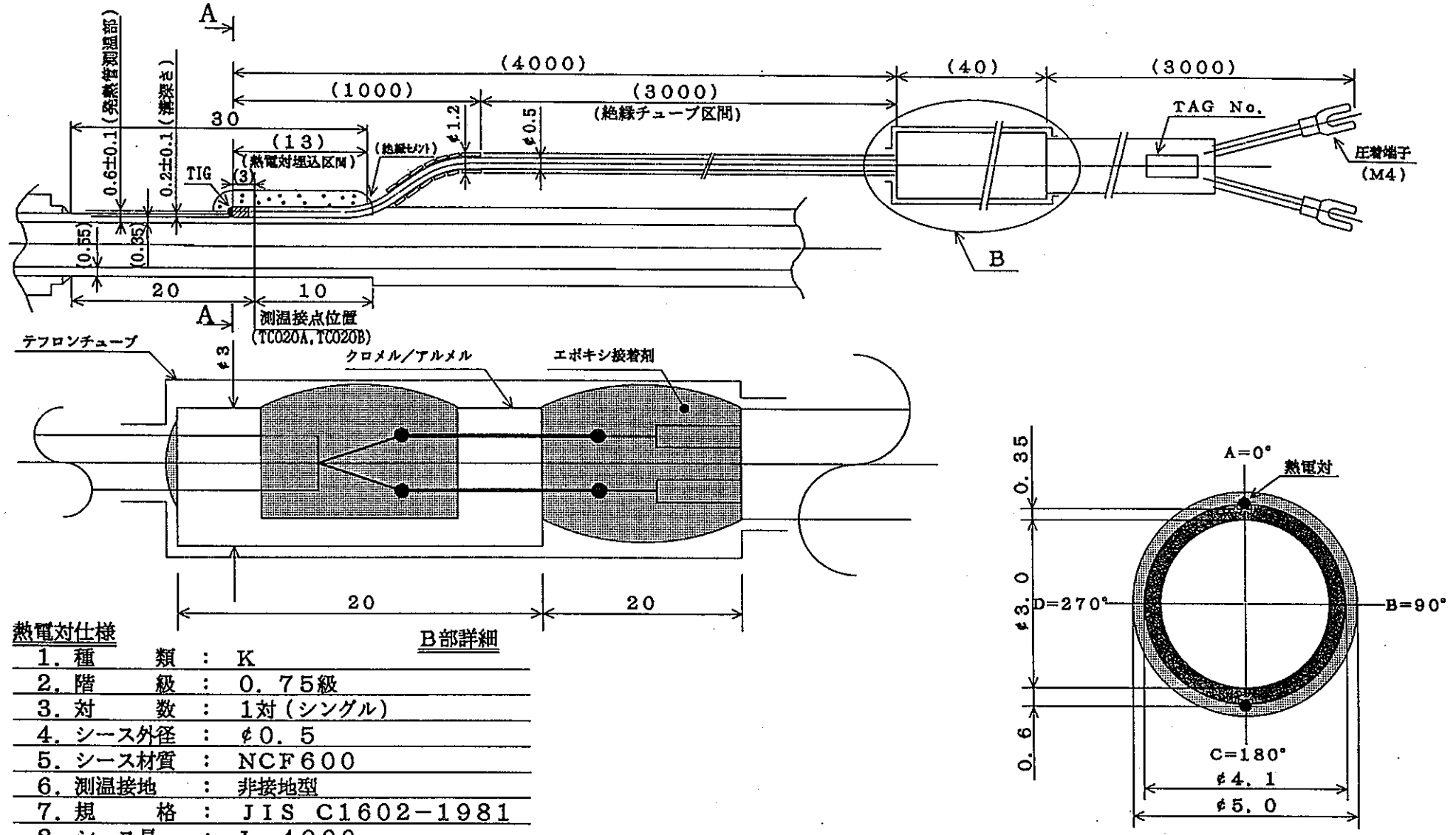


図1-7 熱電対取付方法及び構造図



熱電対仕様		B部詳細
1. 種類	: K	
2. 階級	: 0.75級	
3. 対数	: 1対(シングル)	
4. シース外径	: $\phi 0.5$	
5. シース材質	: NCF600	
6. 测温接地	: 非接地型	
7. 規格	: JIS C1602-1981	
8. シース長	: L=4000mm	

図1-8 局所発熱部熱電対取付方法及び構造図 断面A-A

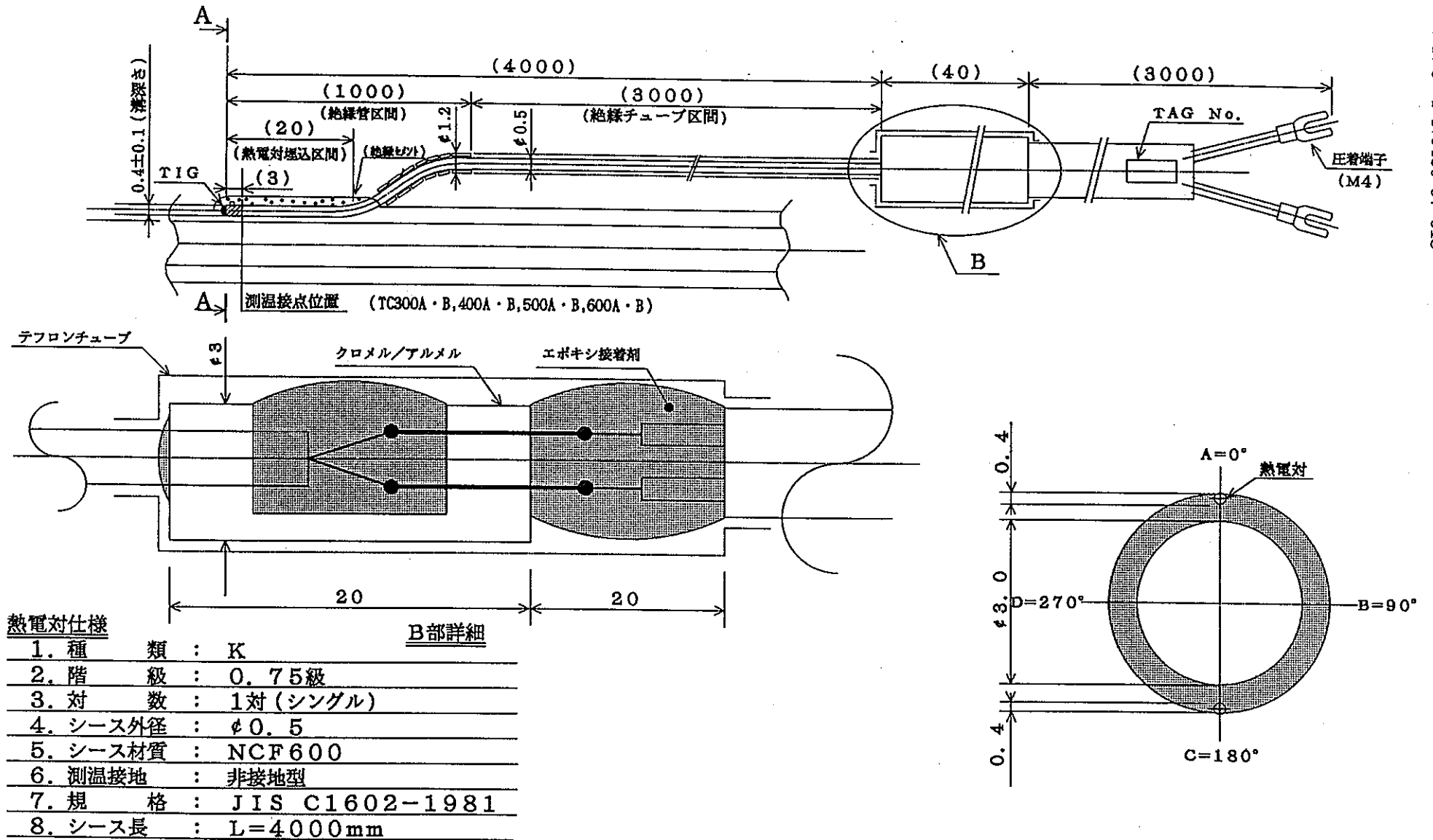


図1-9 炉内分布部熱電対取付方法及び構造図

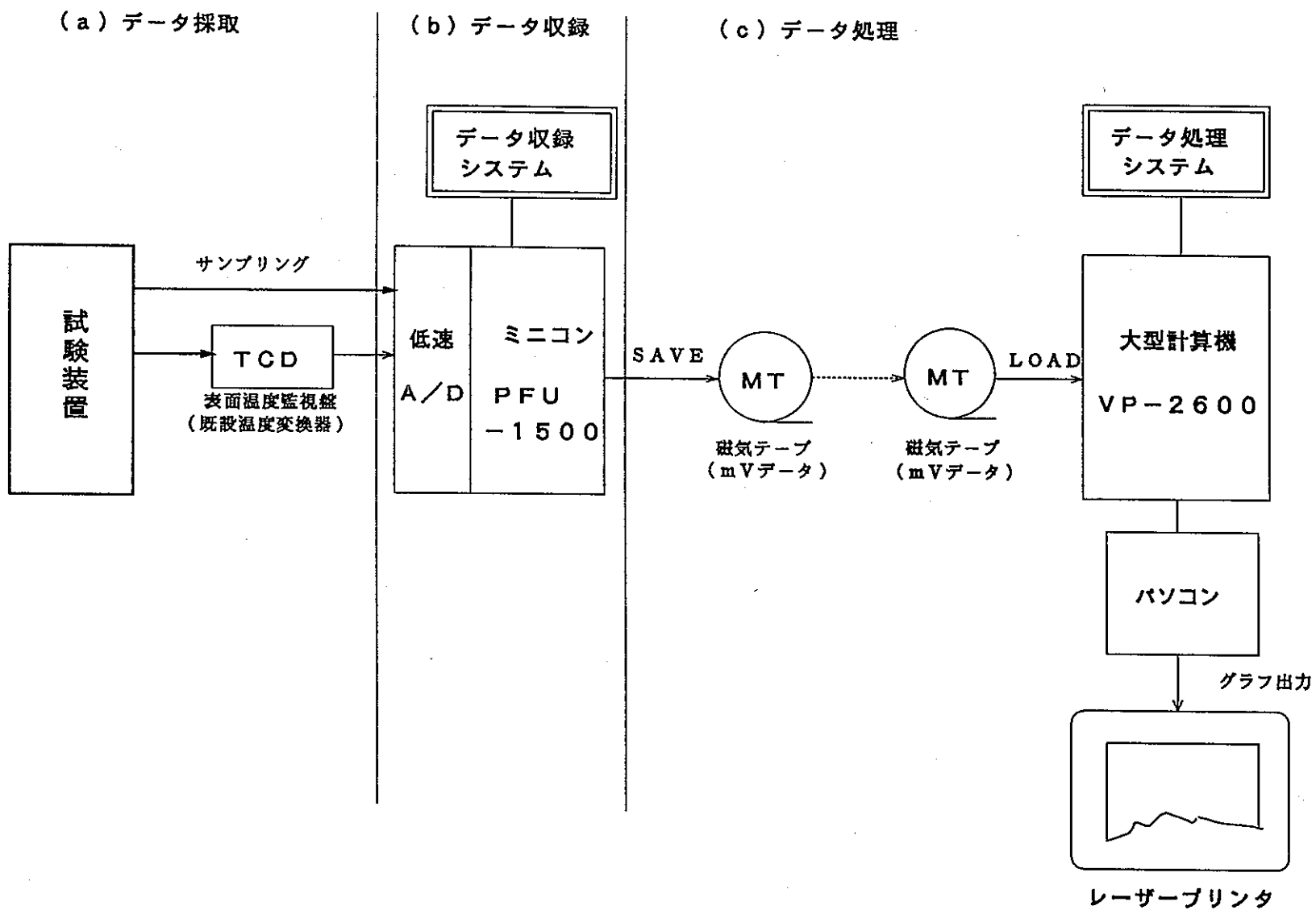


図1-10 試験データの流れ

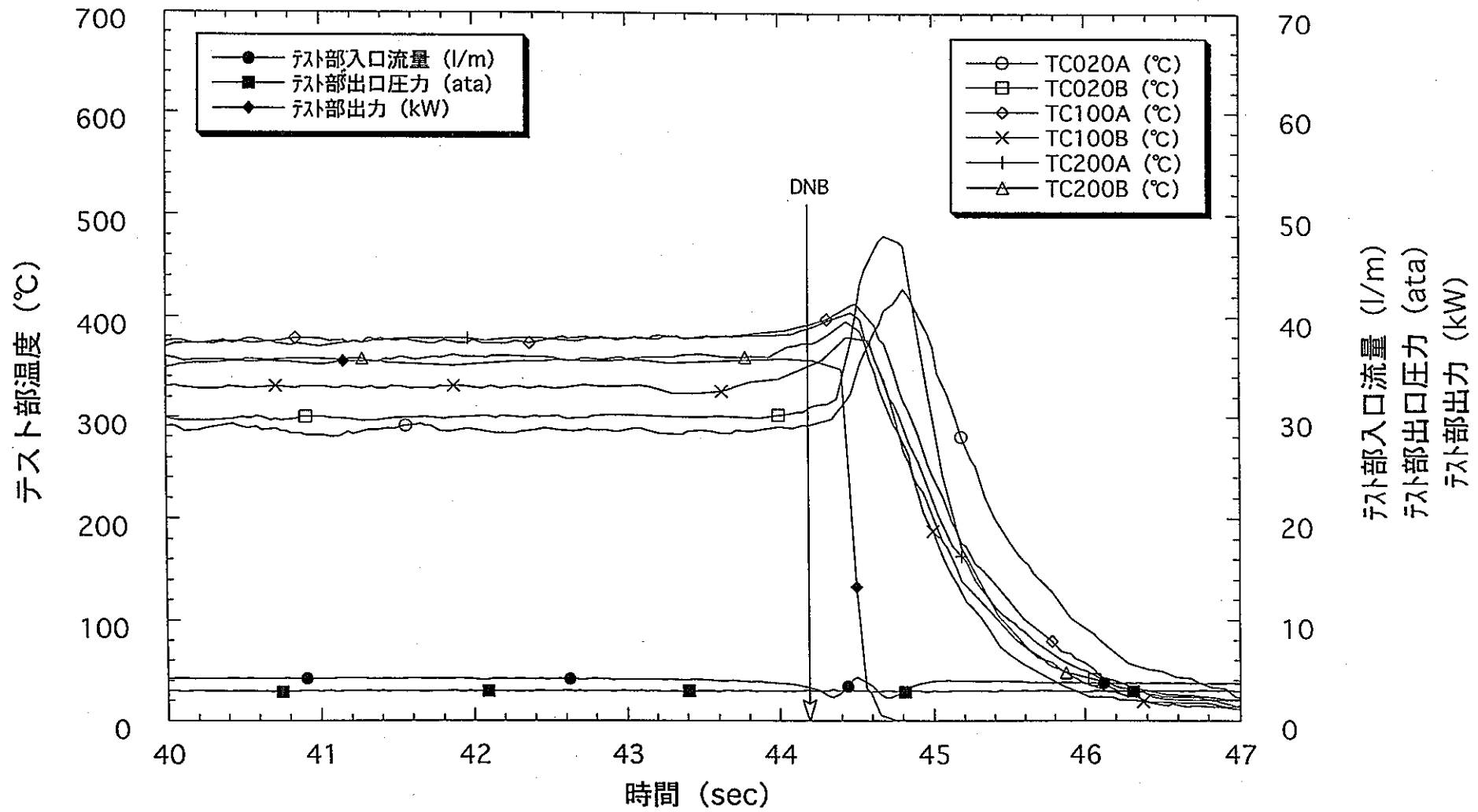


図 2 - 1 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR103101)
(入口温度=10°C, 圧力=3ata, サブクール=122°C, 流速=10m/s)

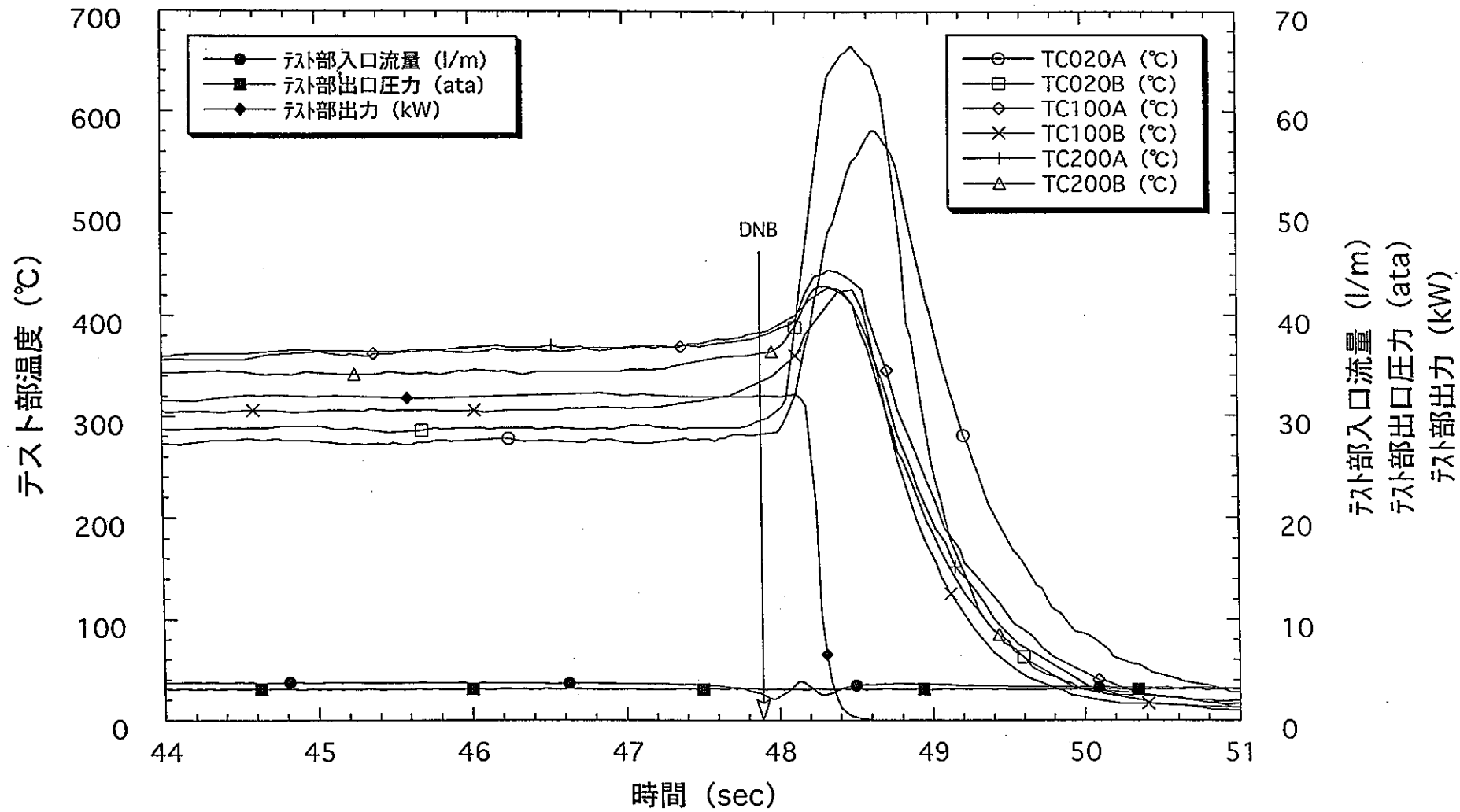


図 2 - 2 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR103091)
(入口温度=10°C, 圧力=3ata, サブクール=1.22°C, 流速=9m/s)

LR103082

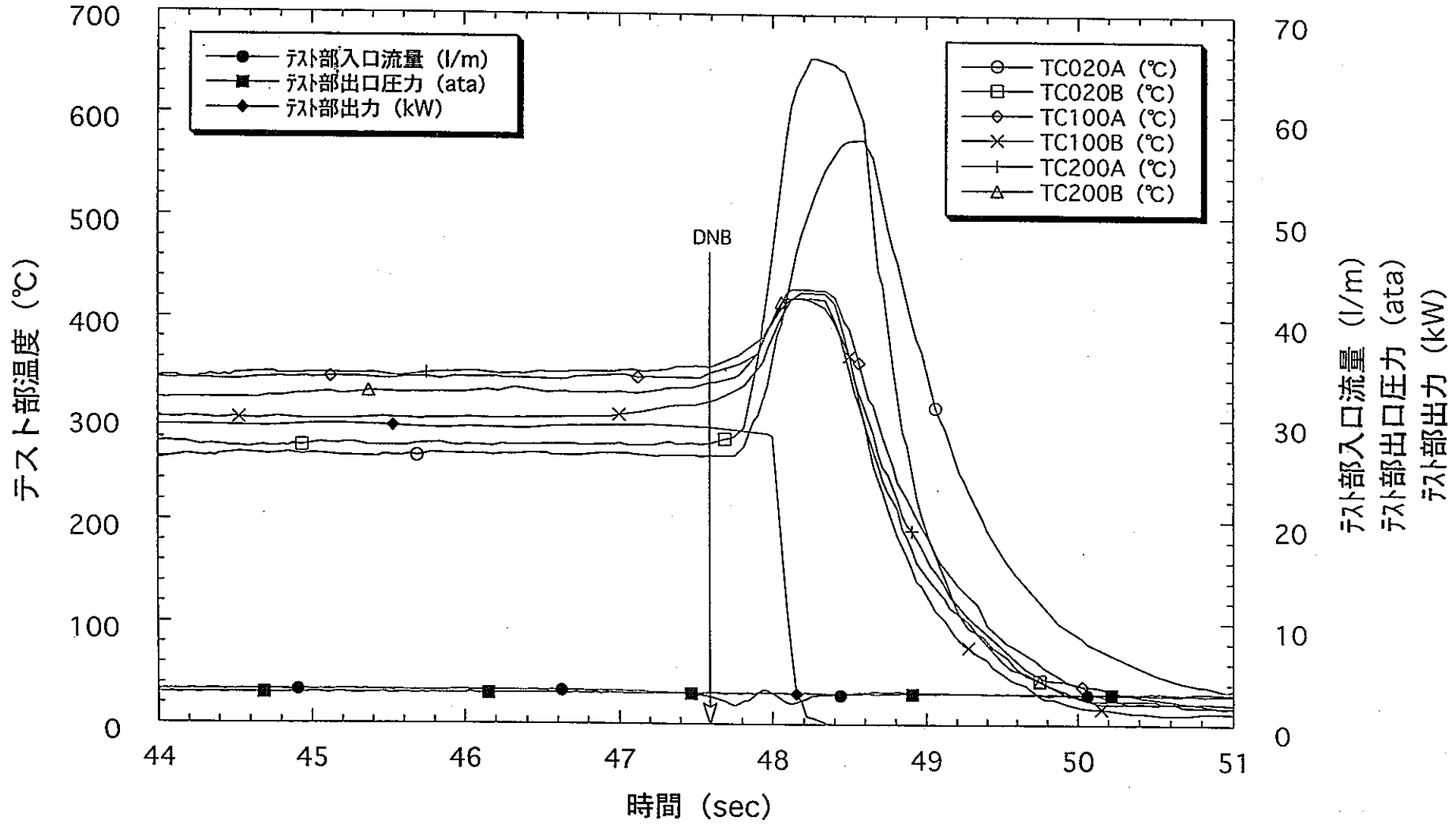


図2-3 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR103082)

(入口温度=10°C, 圧力=3ata, サークル=122°C, 流速=8m/s)

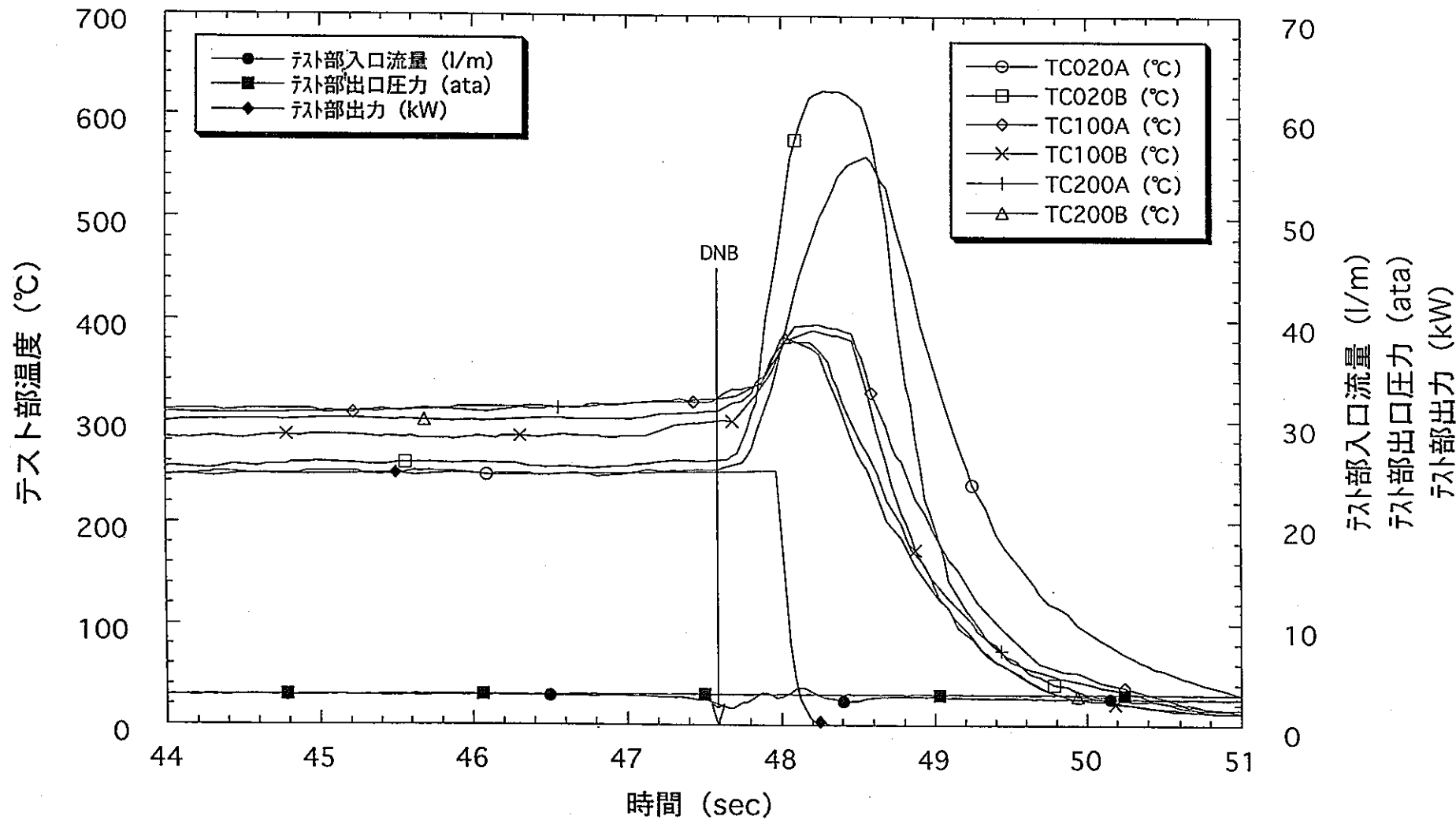


図 2 - 4 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR103071)
(入口温度=10°C, 圧力=3ata, サブクール=122°C, 流速=7m/s)

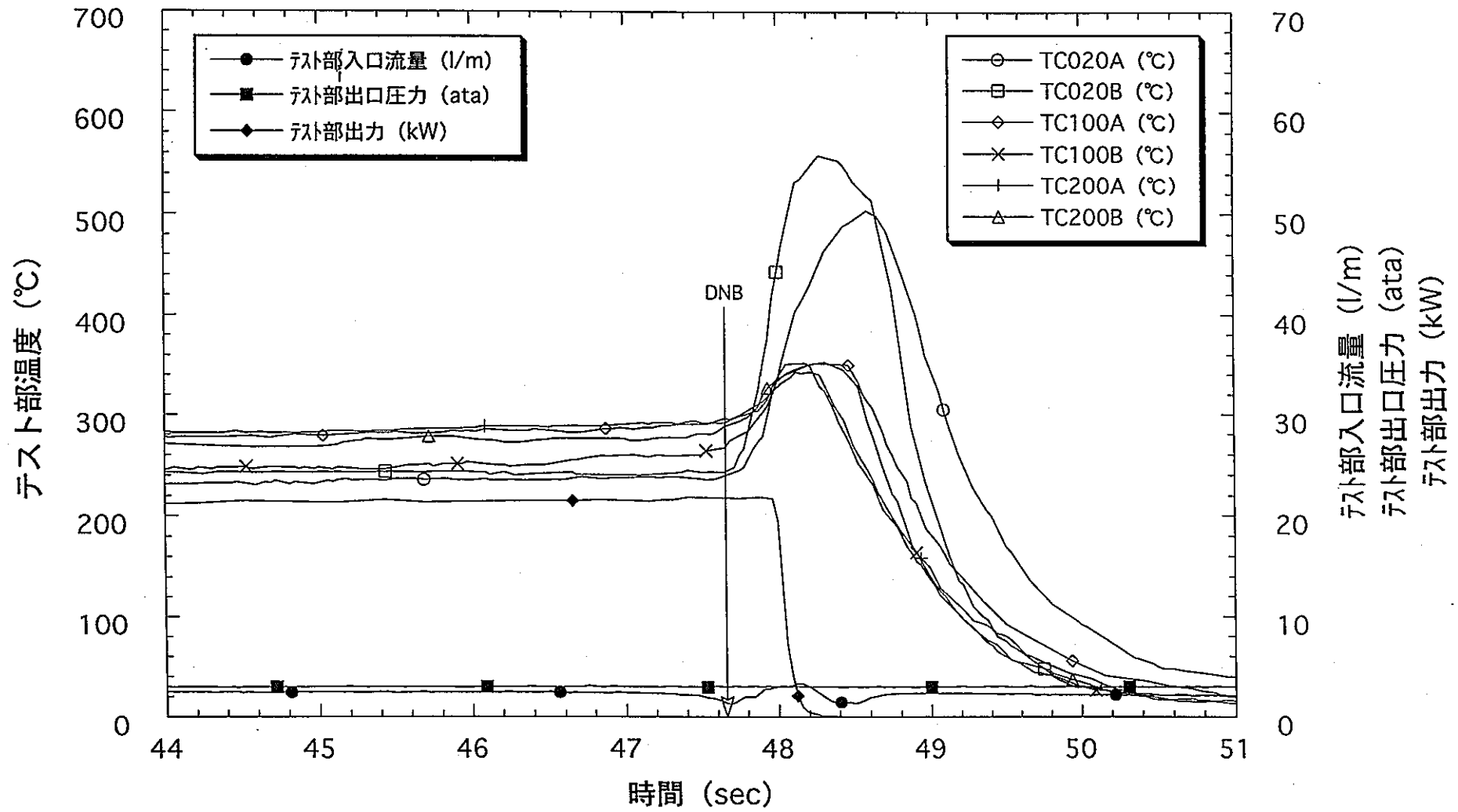


図2-5 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR103061)
(入口温度=10°C, 圧力=3ata, サブクール=122°C, 流速=6m/s)

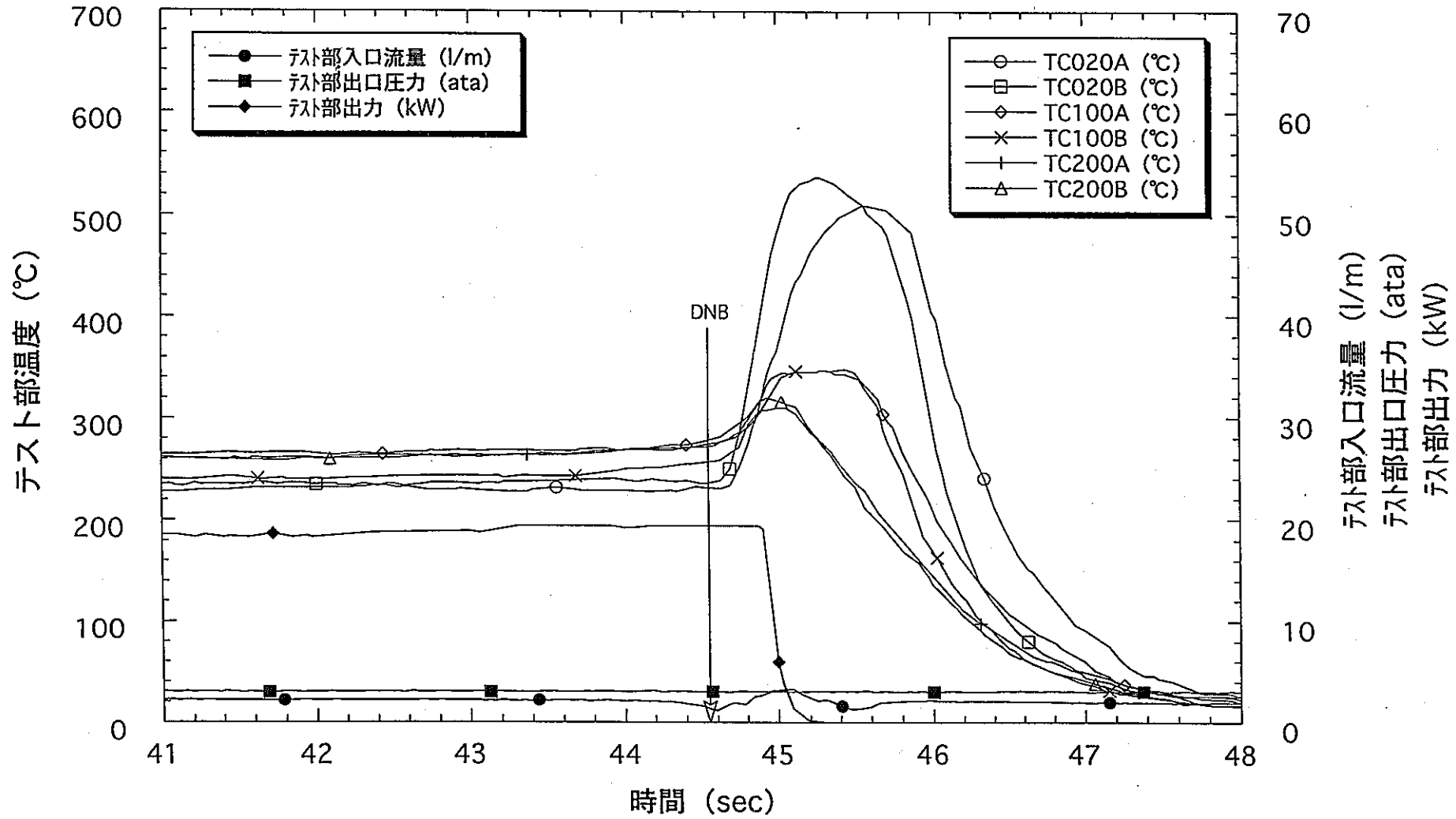


図2-6 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR103051)
(入口温度=10℃, 圧力=3ata, サブクール=122℃, 流速=5m/s)

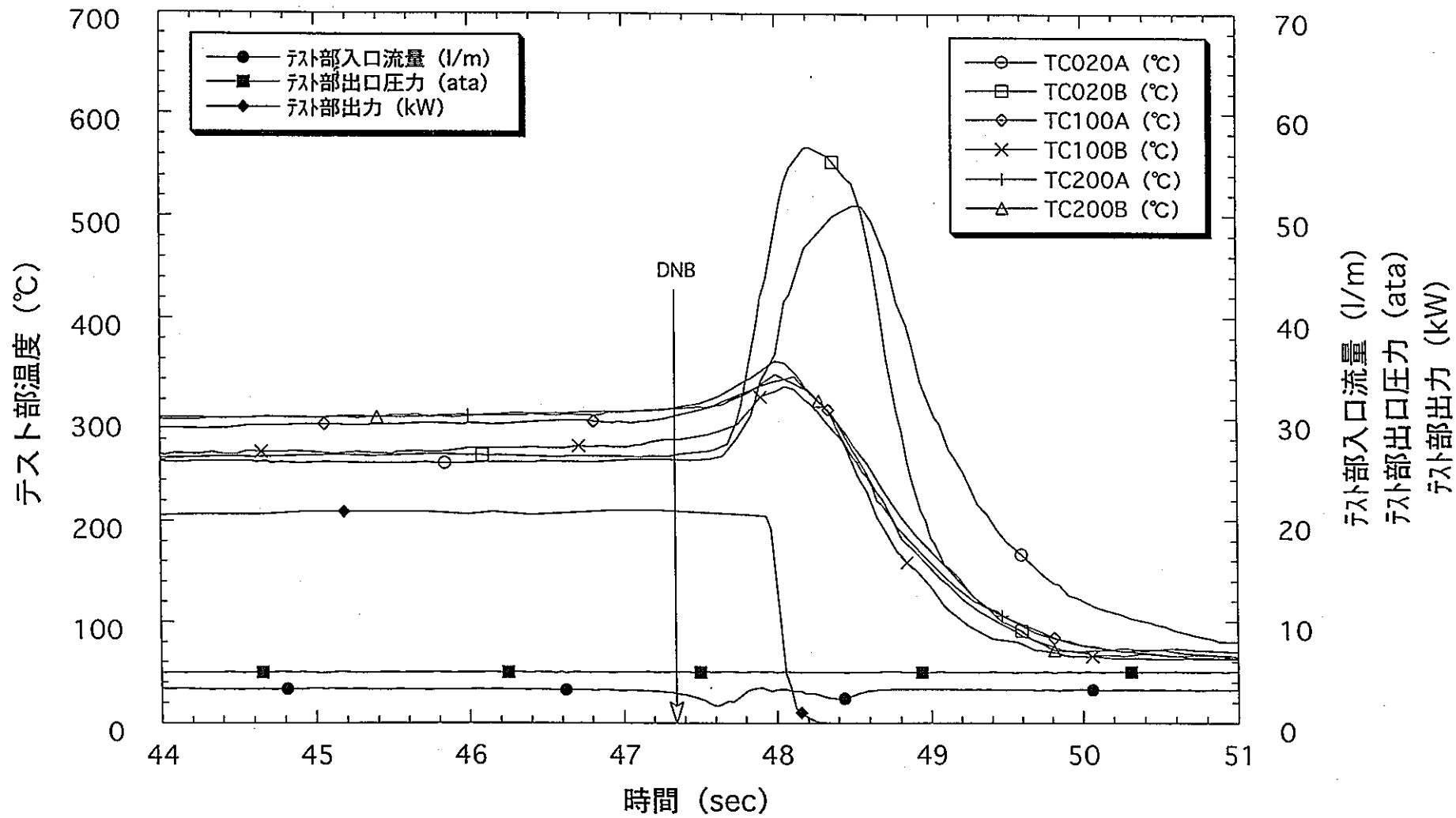


図 2 - 7 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR615081)

(入口温度=61°C, 圧力=5ata, サブクール=90°C, 流速=8m/s)

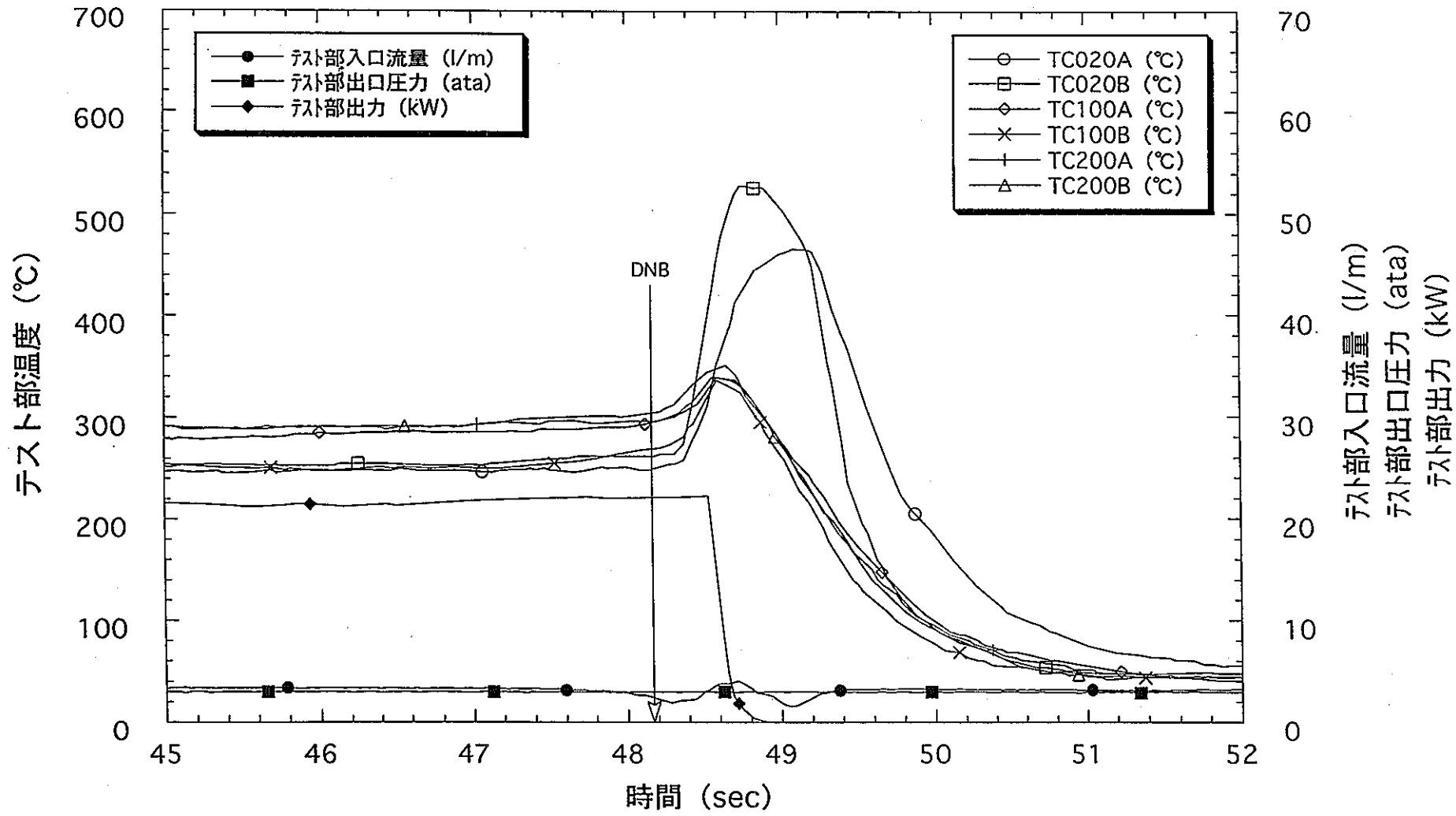


図2-8 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR423081)
(入口温度=42°C, 圧力=3ata, サークル=90°C, 流速=8m/s)

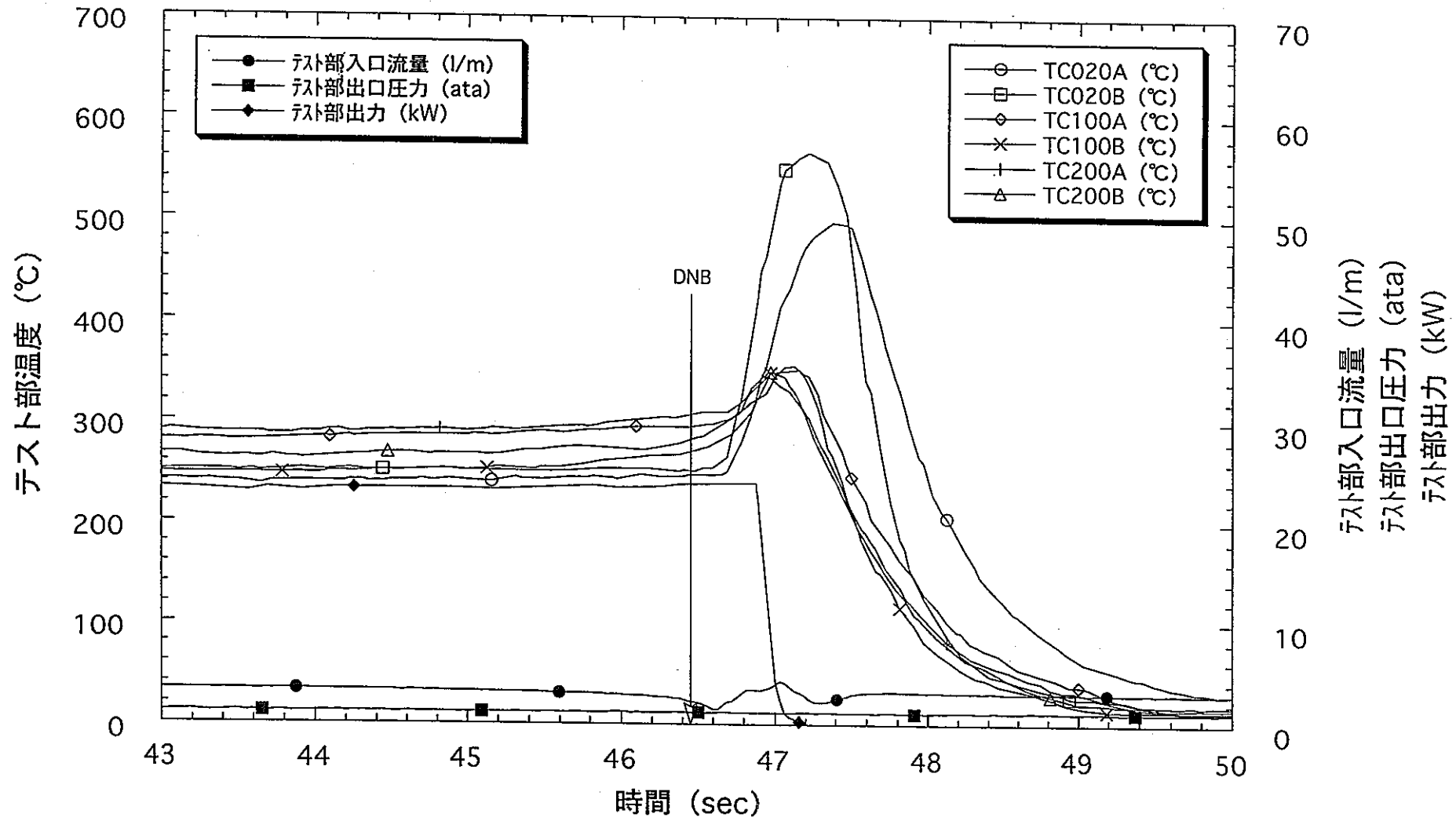


図2-9 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR101081)
(入口温度=10°C, 圧力=1ata, サブクール=90°C, 流速=8m/s)

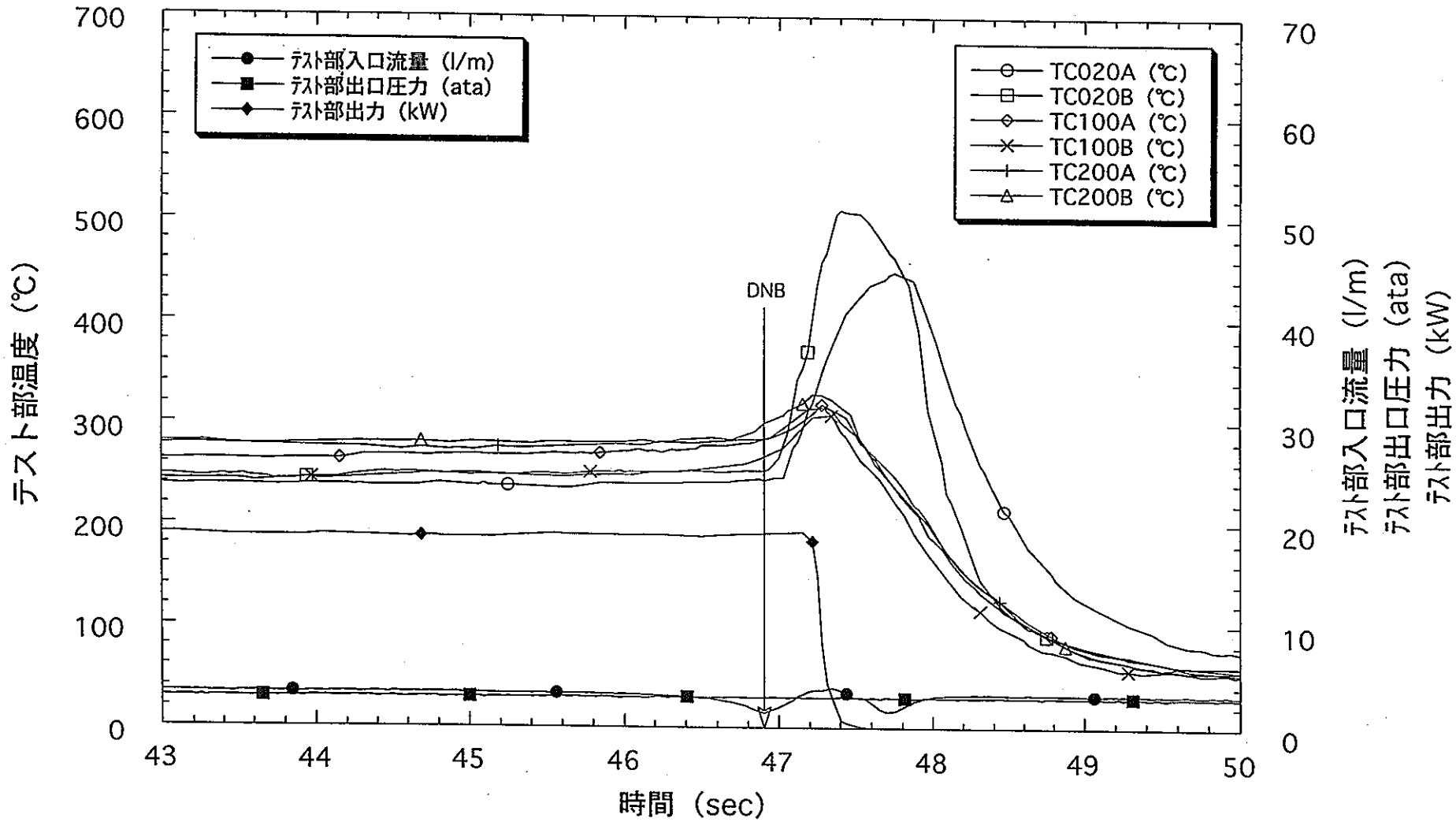


図2-10 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR523081)
(入口温度=52°C, 圧力=3ata, サブクール=80°C, 流速=8m/s)

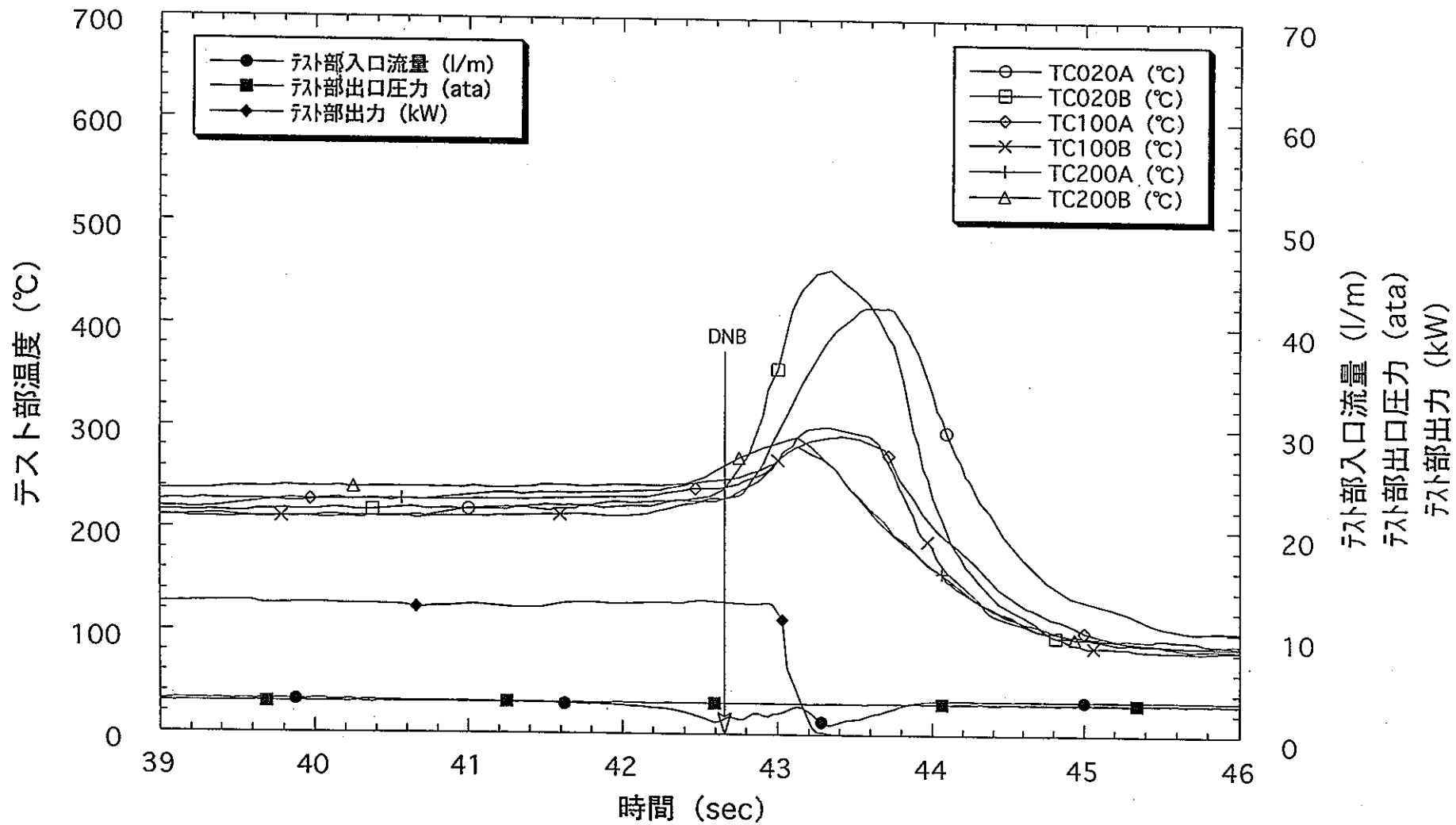


図 2 - 1 1 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (LR823081)

(入口温度=82°C, 圧力=3ata, サブクール=50°C, 流速=8m/s)

局所高出力円管供試体定常試験

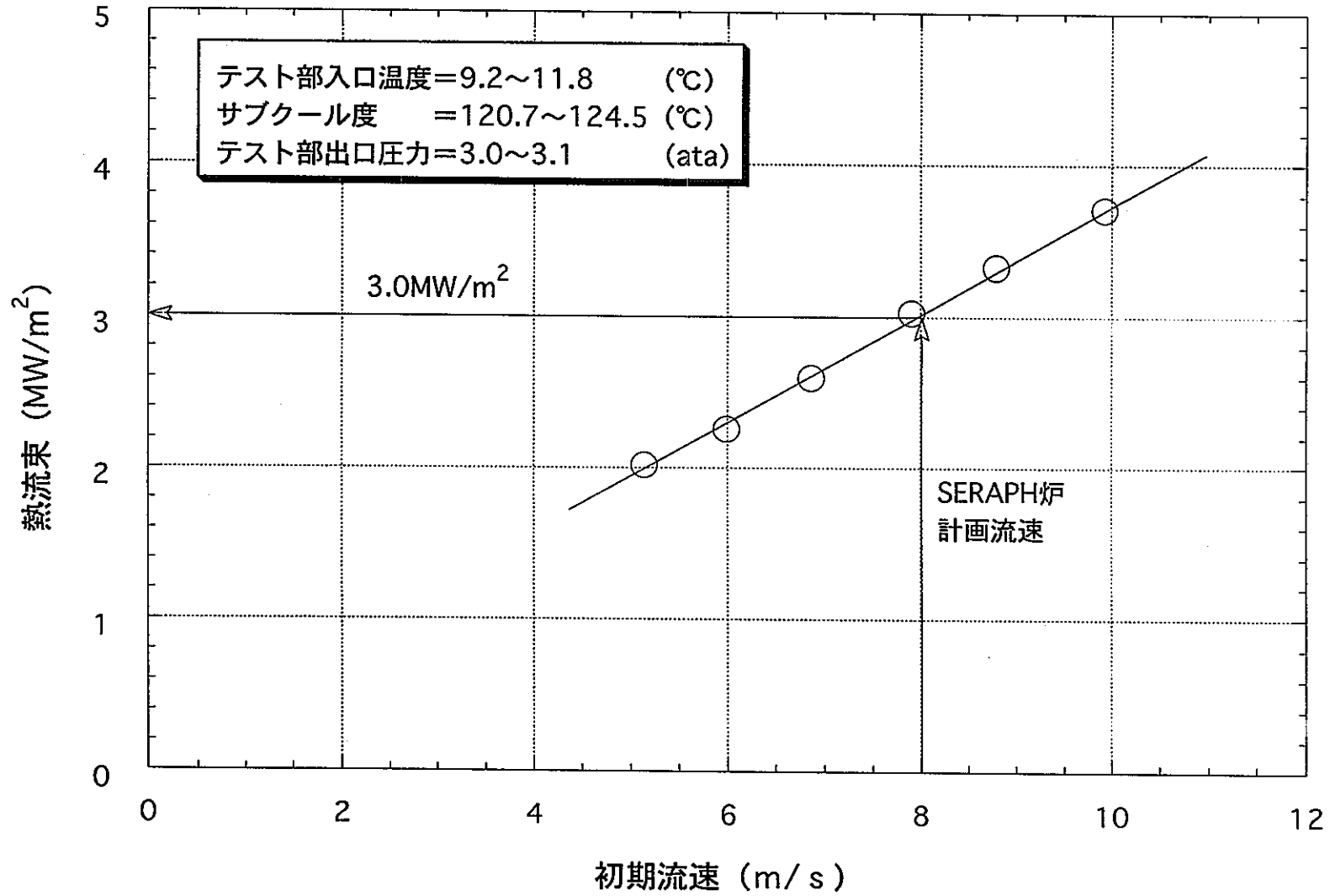


図2-12 流速とDNB熱流束の関係 (入口温度10°C, 出口圧力3ata)

局所高出力円管供試体定常試験

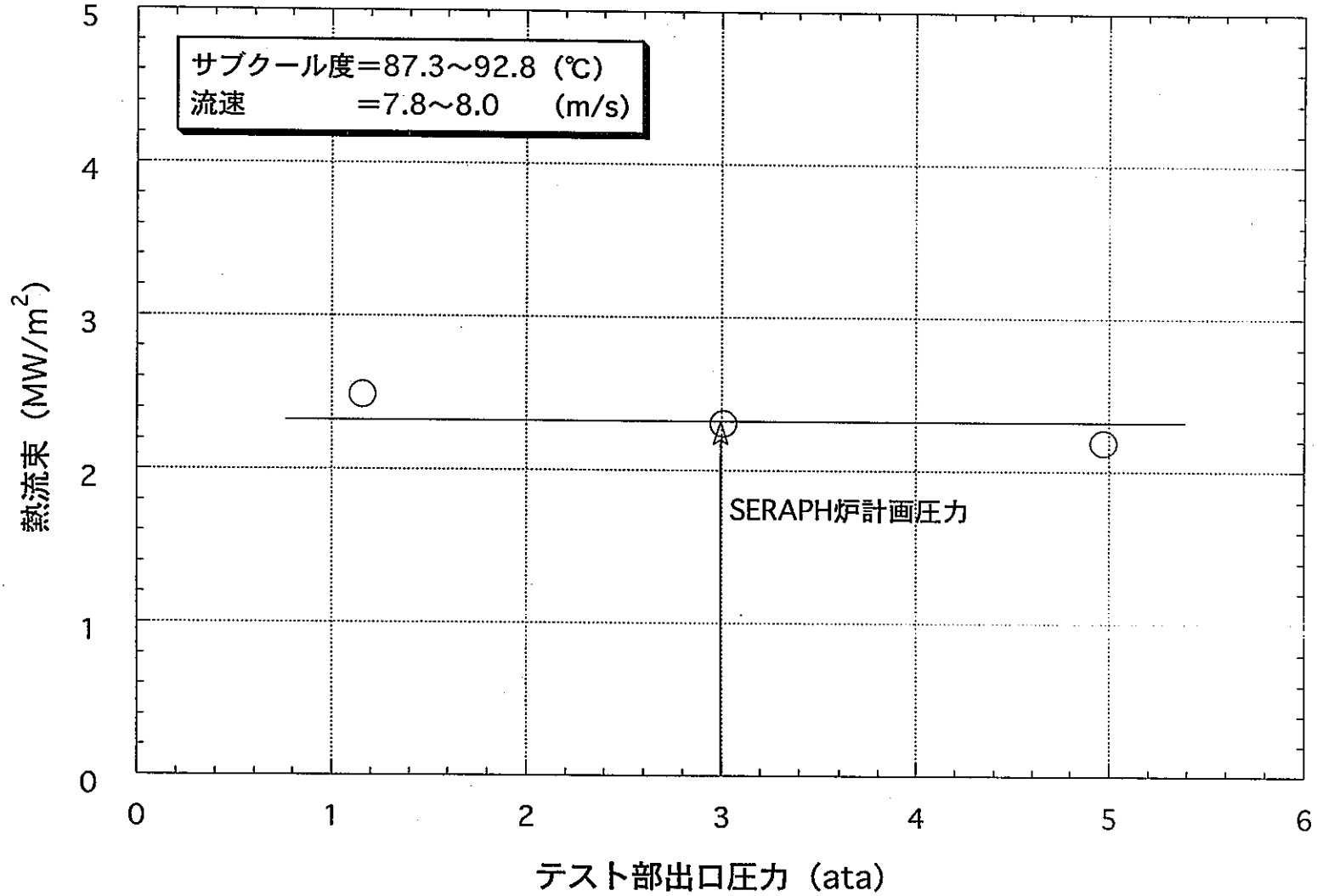


図2-13 圧力とDNB熱流束の関係 (サブクール度90°C, 流速8m/s)

局所高出力円管供試体定常試験

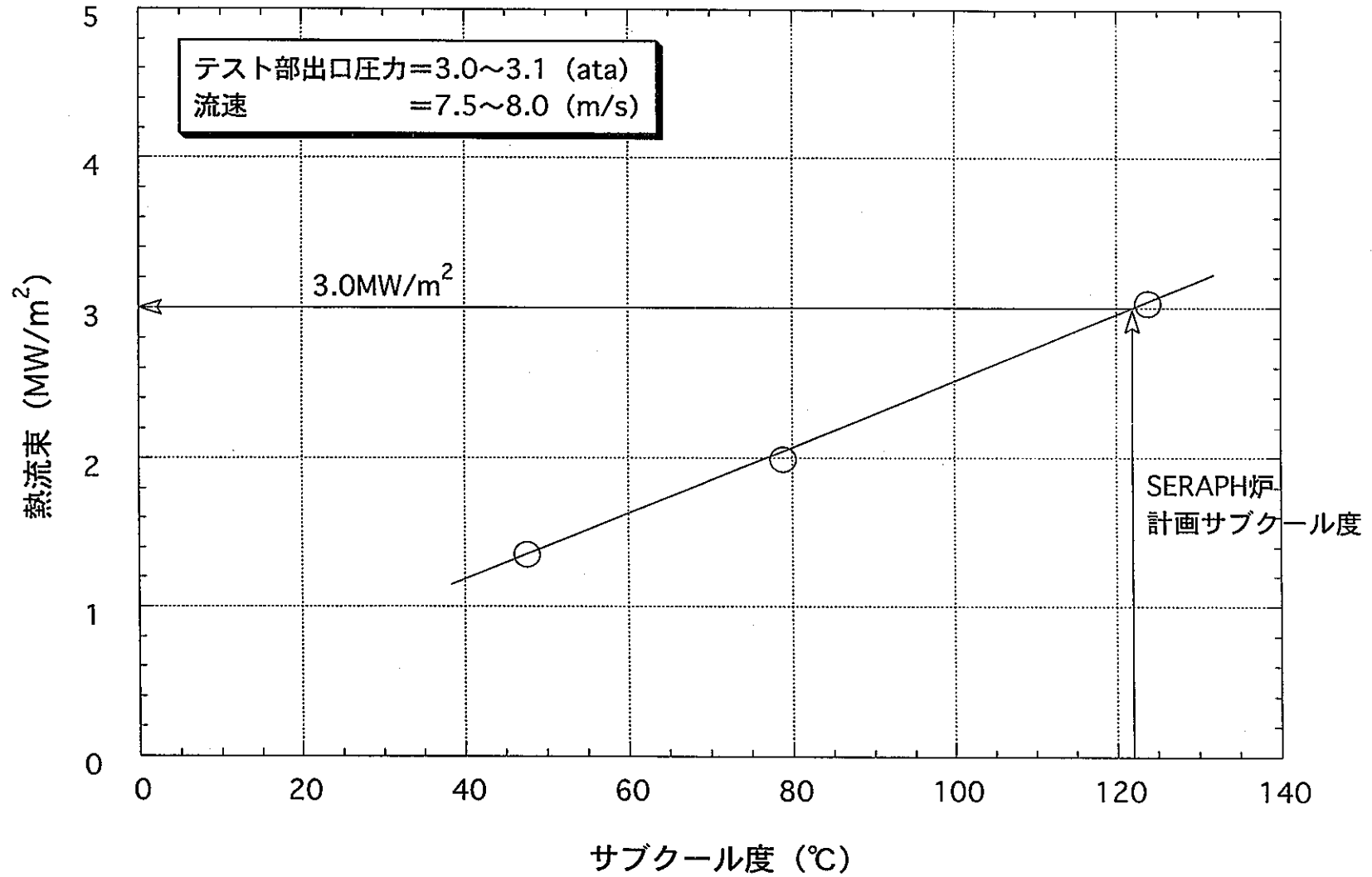


図2-14 サブクール度とDNB熱流束の関係 (出口圧力3ata, 流速8m/s)

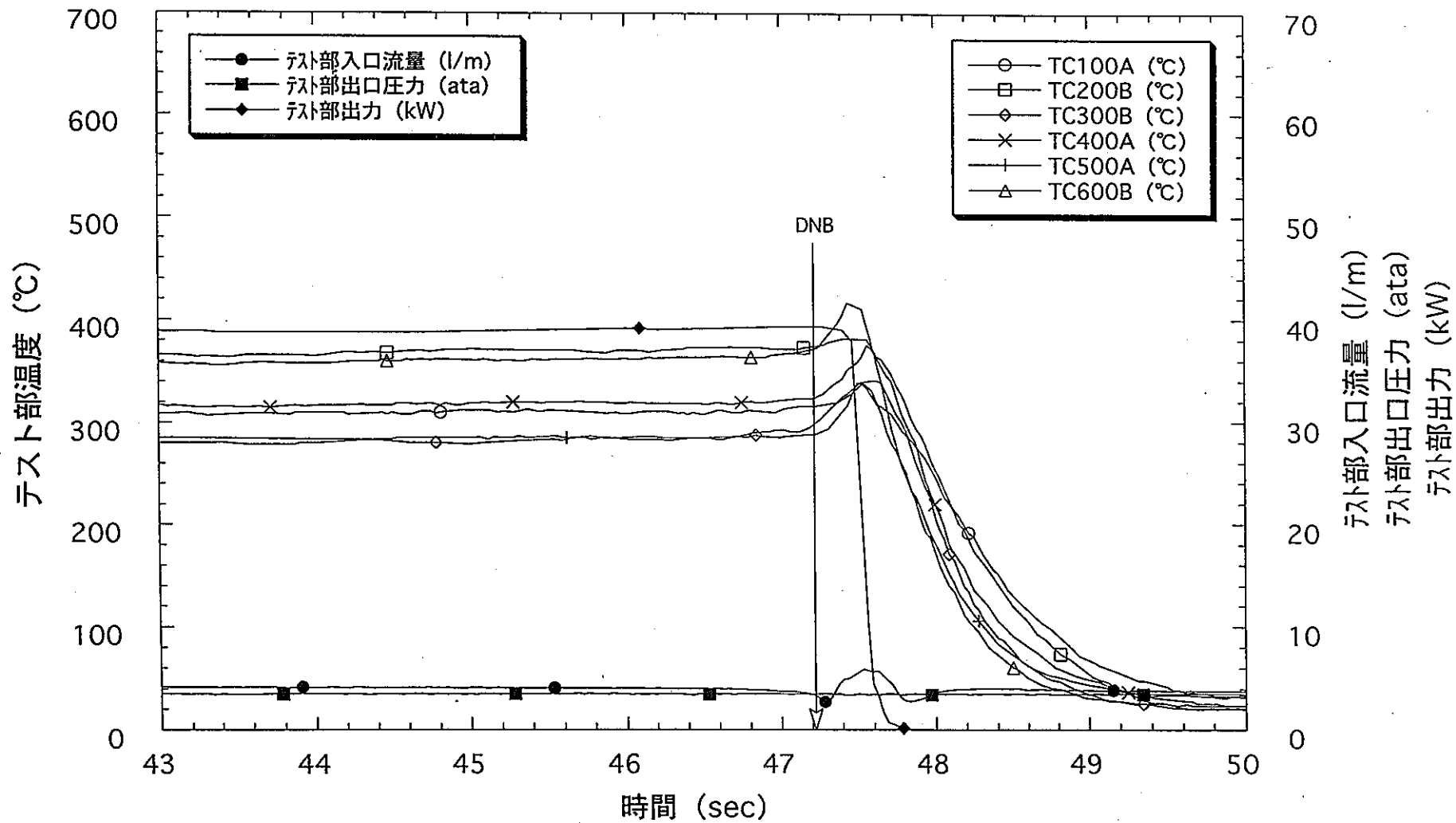


図 2 - 1 5 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR103102)

(入口温度=15℃, 圧力=3.5ata, サブクール=122℃, 流速=10m/s)

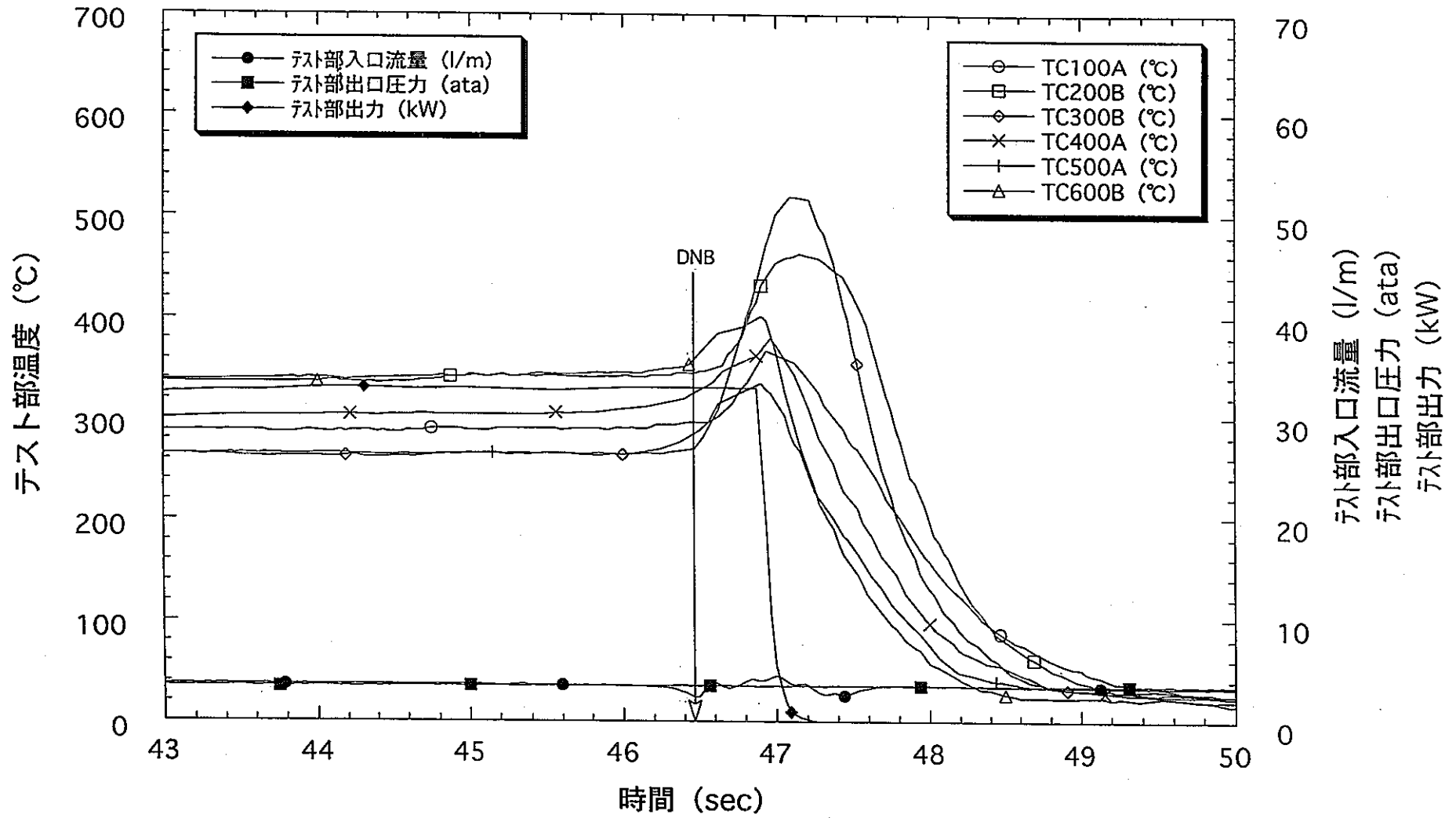


図 2 - 1 6 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR103092)

(入口温度=15℃, 圧力=3.5ata, サブクール=122℃, 流速=9m/s)

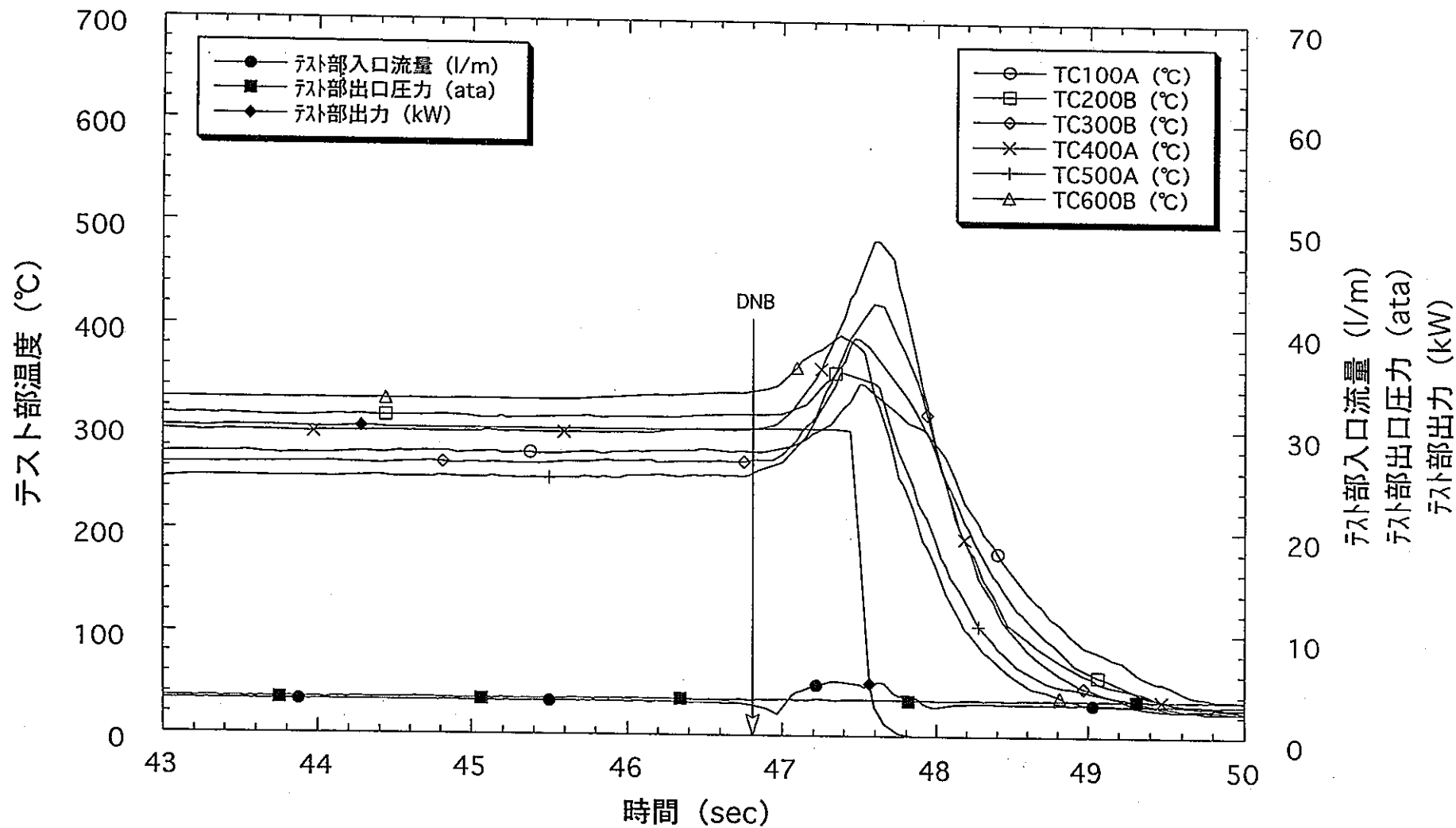


図 2 - 1 7 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR103082)
(入口温度=15°C, 圧力=3.5ata, サークル=122°C, 流速=8m/s)

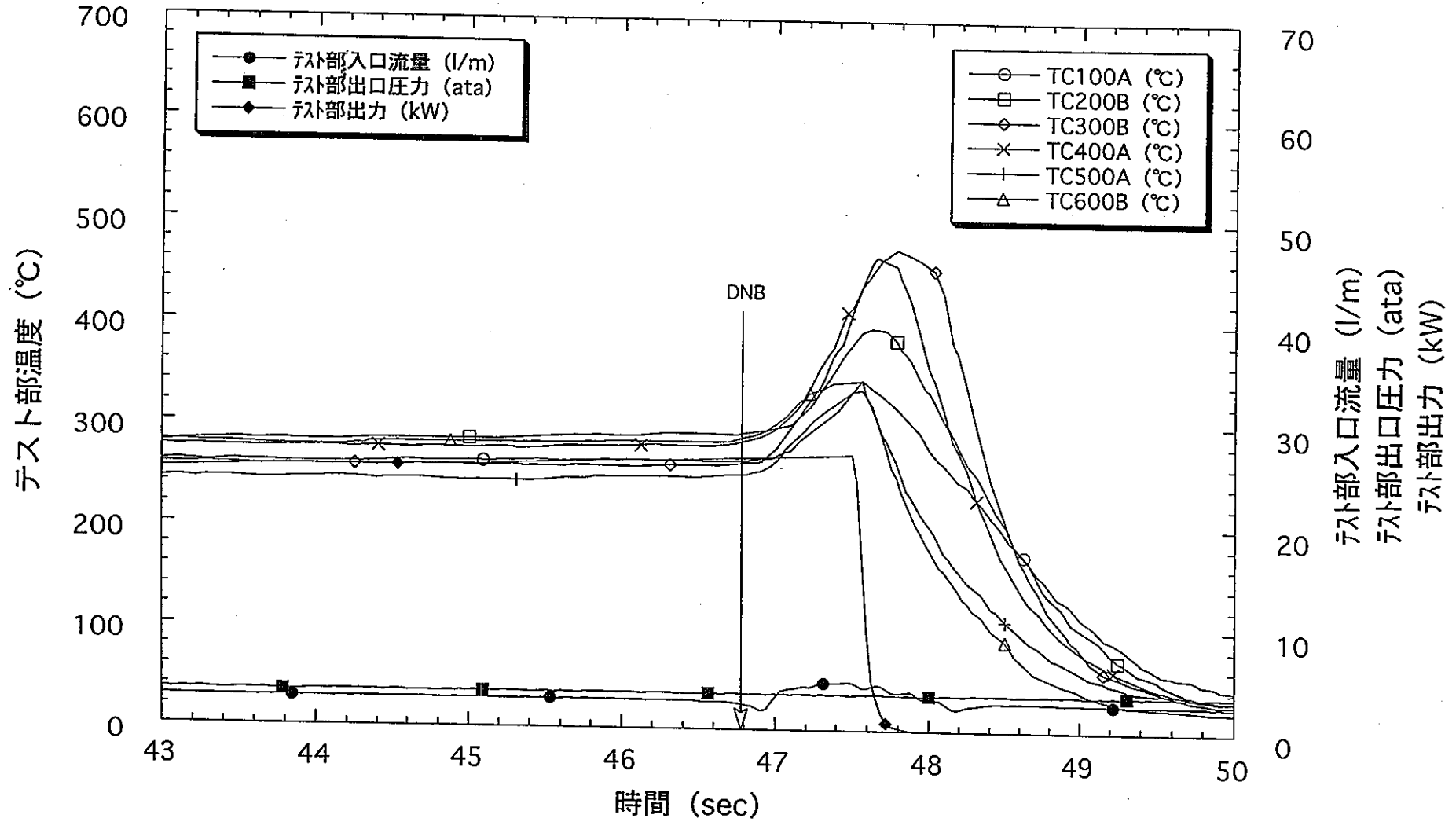


図 2 - 1 8 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR103072)
(入口温度=15°C, 圧力=3.5ata, サブクール=122°C, 流速=7m/s)

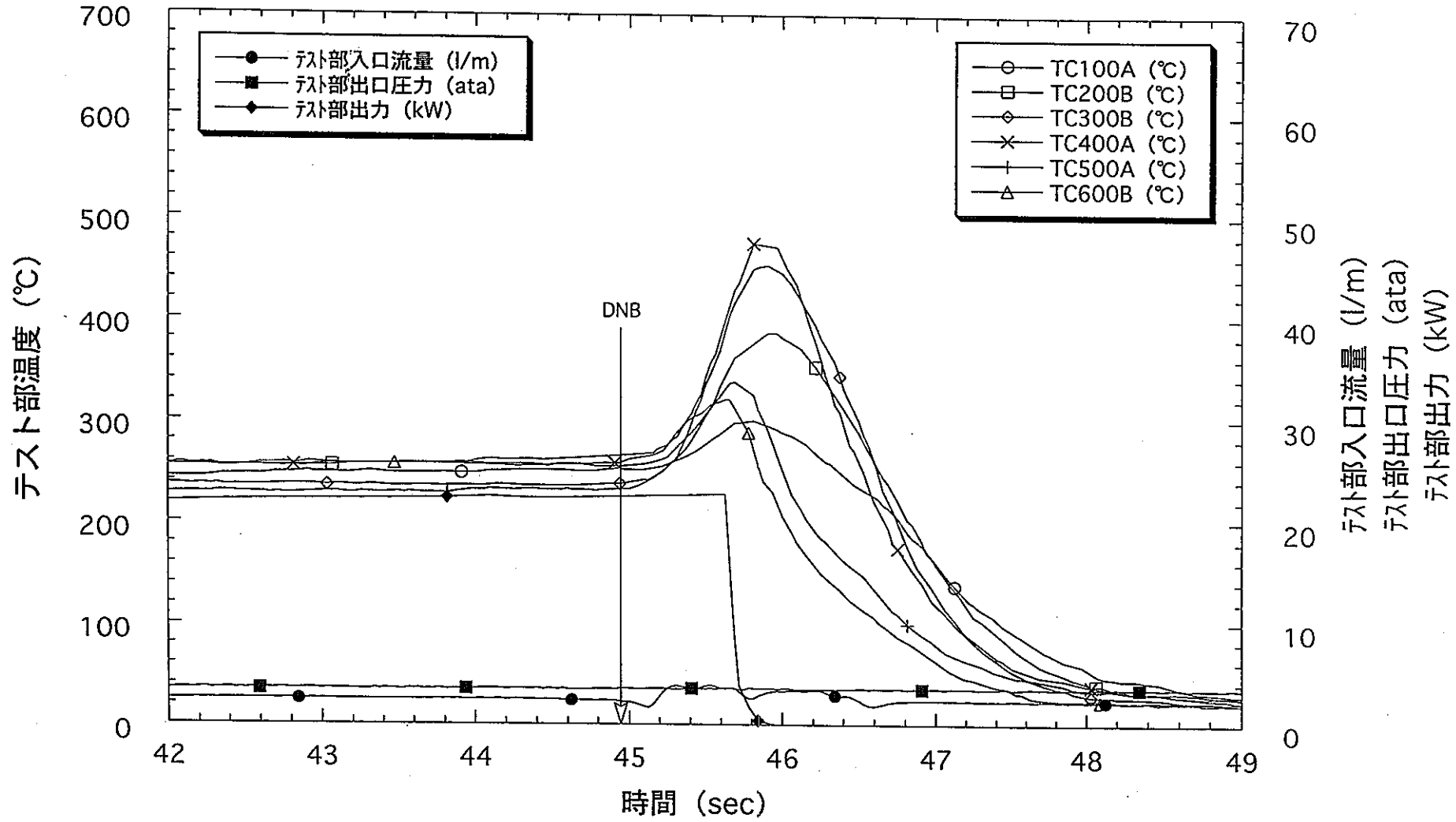


図2-19 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR103062)
(入口温度=15°C, 圧力=3.5ata, サブクール=122°C, 流速=6m/s)

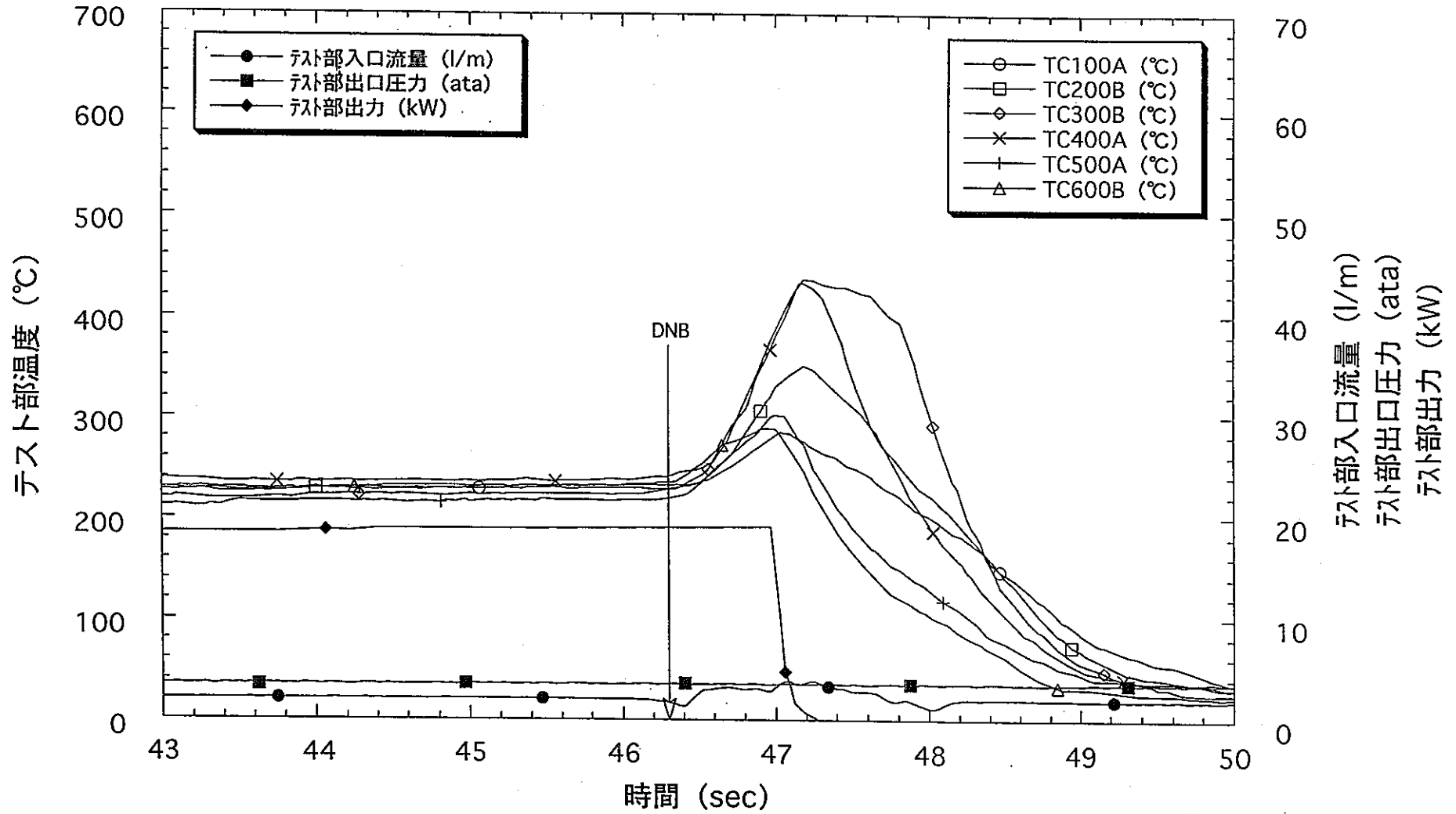


図2-20 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR103052)
(入口温度=15°C, 圧力=3.5ata, サブクール=122°C, 流速=5m/s)

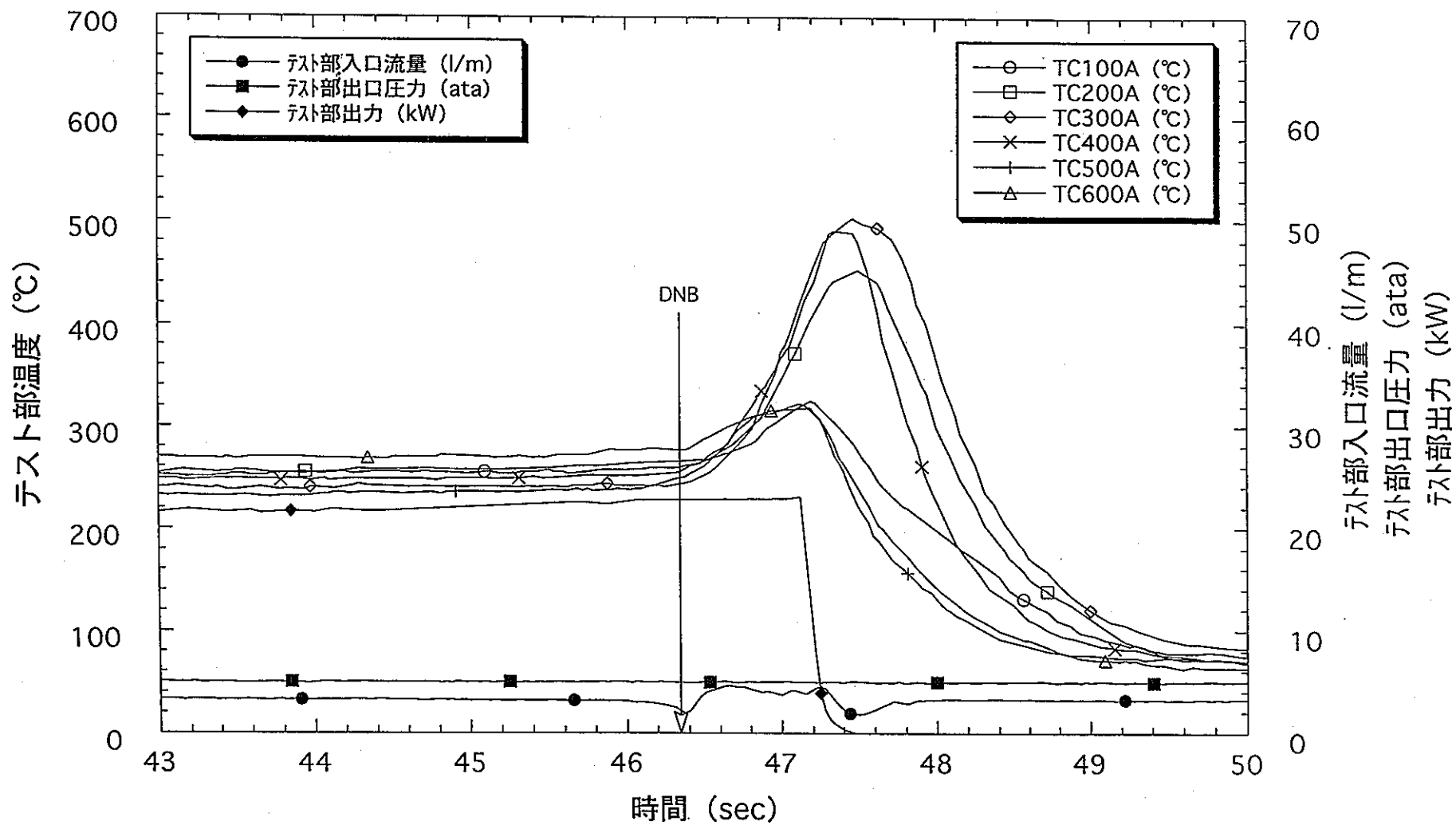


図 2 - 2 1 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR615081)
(入口温度=61°C, 圧力=5ata, サブクール=90°C, 流速=8m/s)

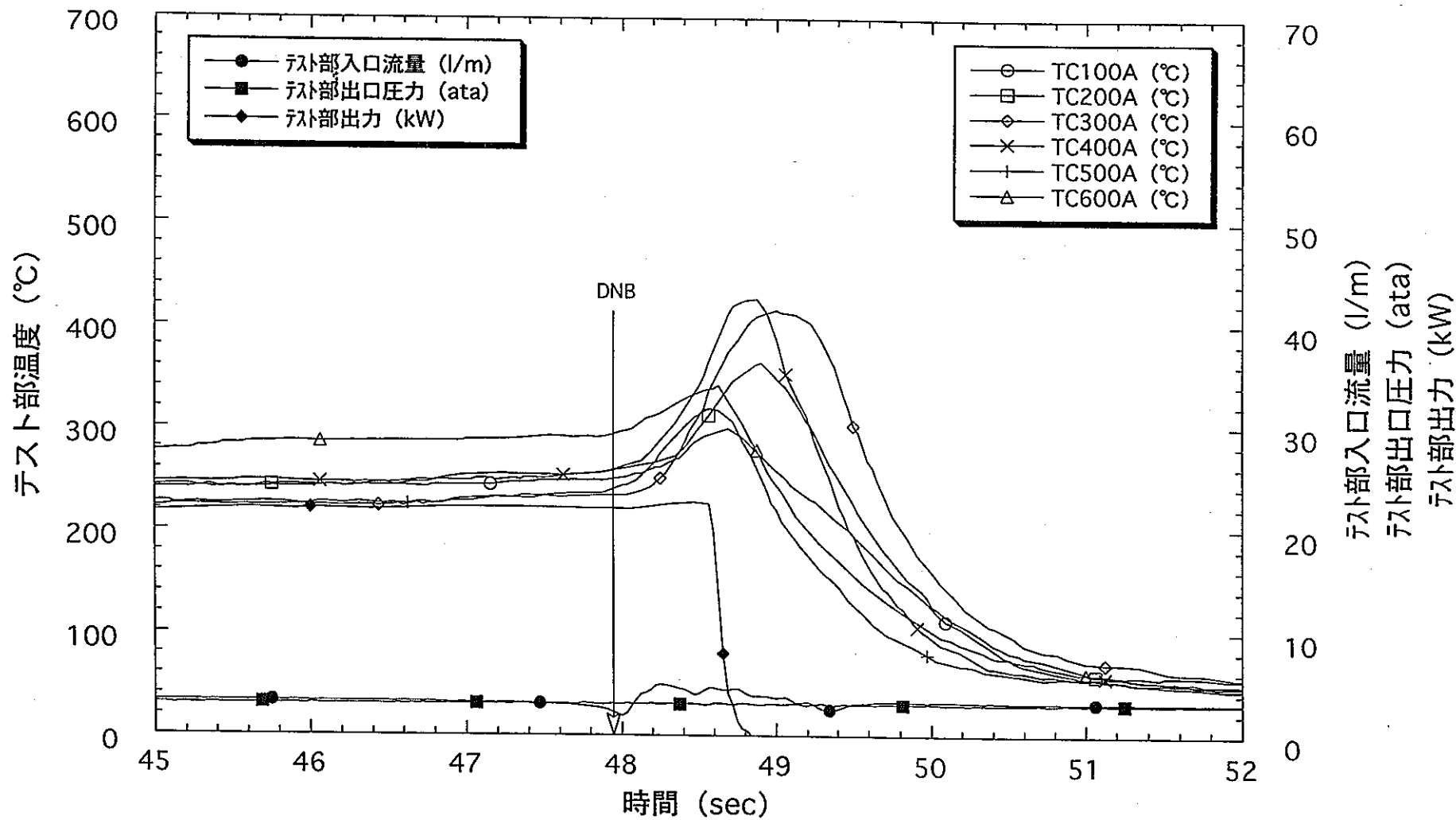


図 2 - 2 2 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR423081)
(入口温度=42°C, 圧力=3ata, サブクール=90°C, 流速=8m/s)

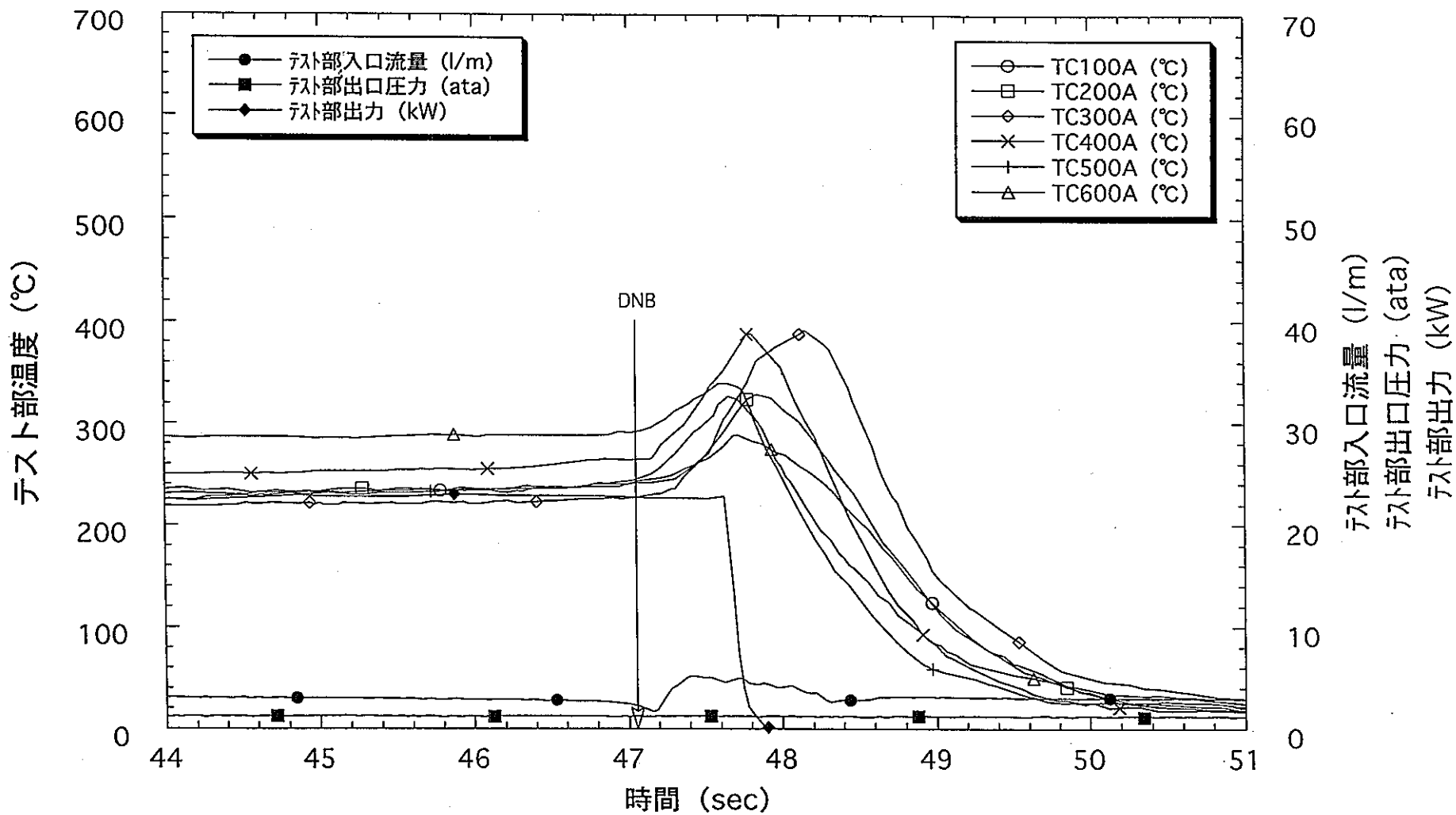


図2-23 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR101081)
(入口温度=10°C, 圧力=1ata, サブクール=90°C, 流速=8m/s)

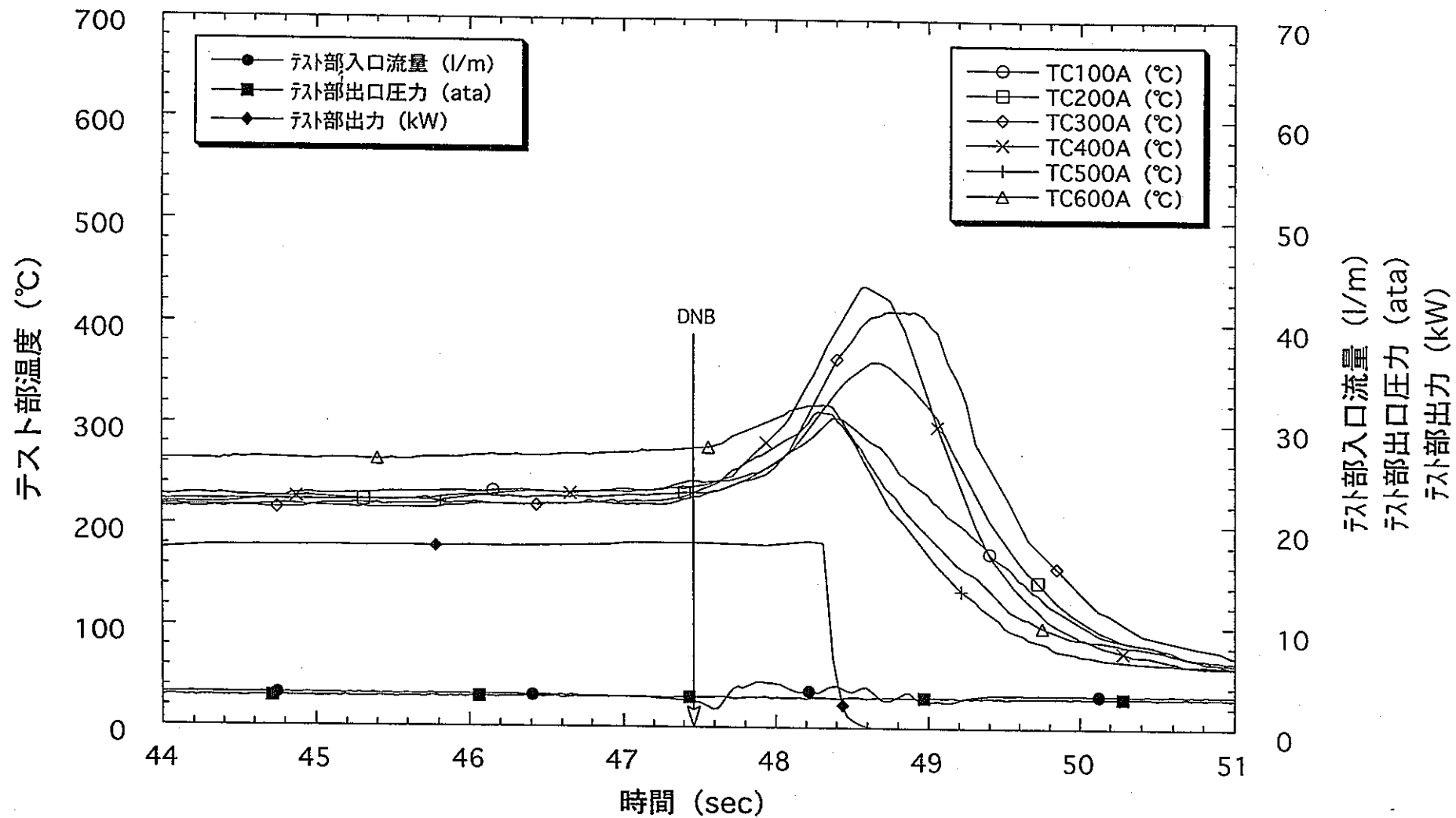


図 2 - 2 4 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR523081)
(入口温度=52°C, 圧力=3ata, サブクール=80°C, 流速=8m/s)

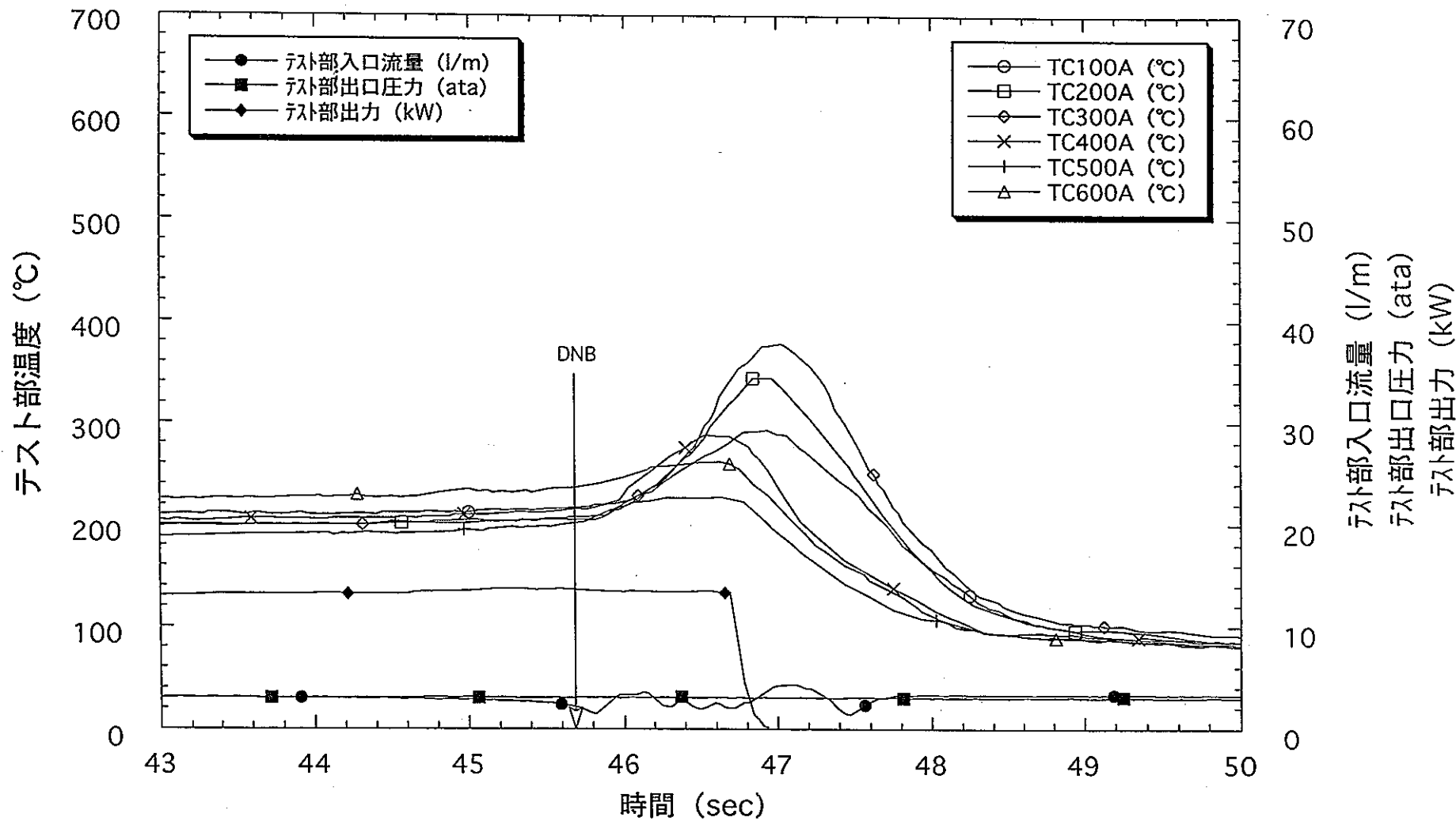


図 2 - 2 5 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NR823081)

(入口温度=82°C, 圧力=3ata, サブクール=50°C, 流速=8m/s)

コイル分布出力円管供試体定常試験

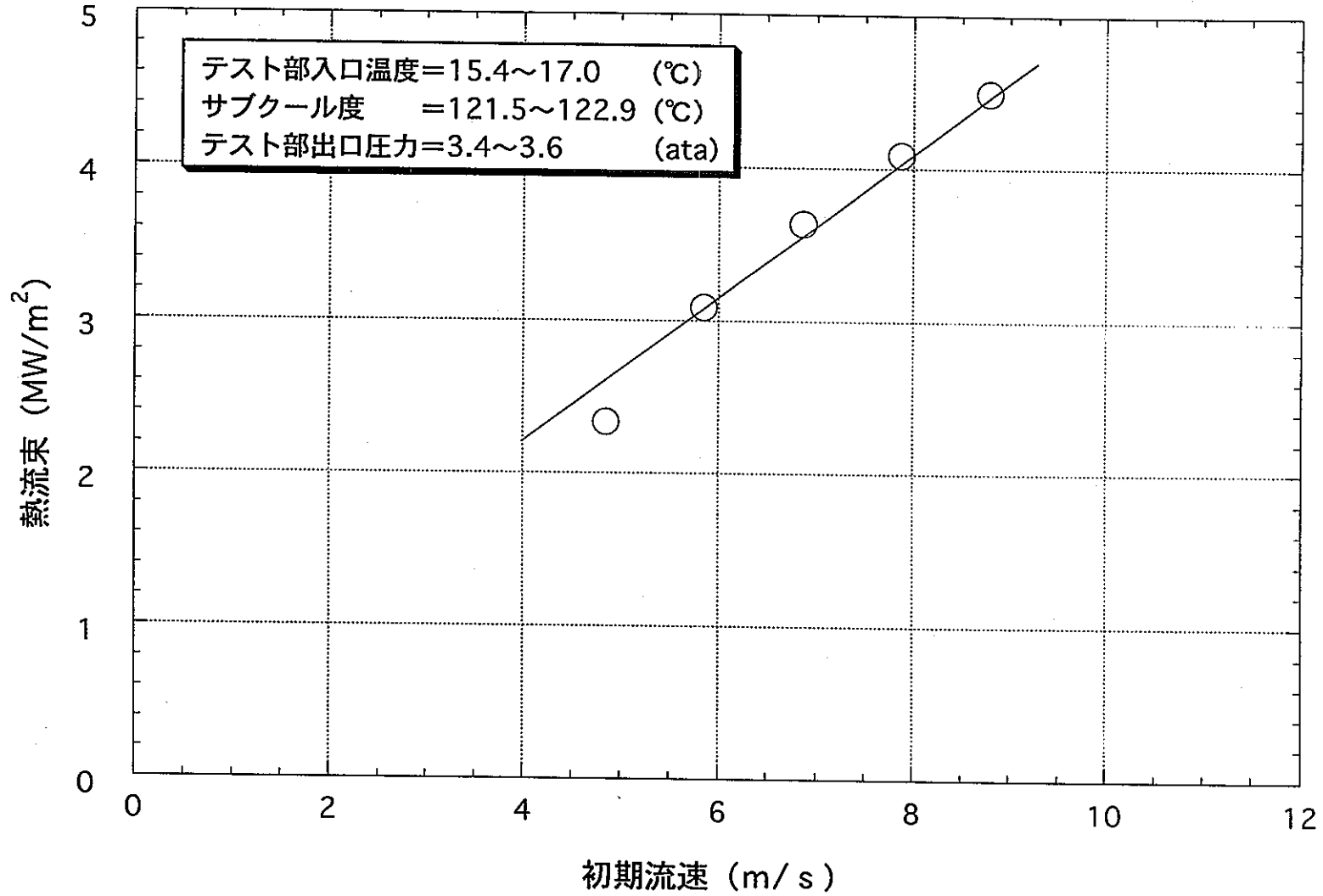


図 2 - 2 6 流速とDNB熱流束の関係 (入口温度15°C, 出口圧力3.5ata)

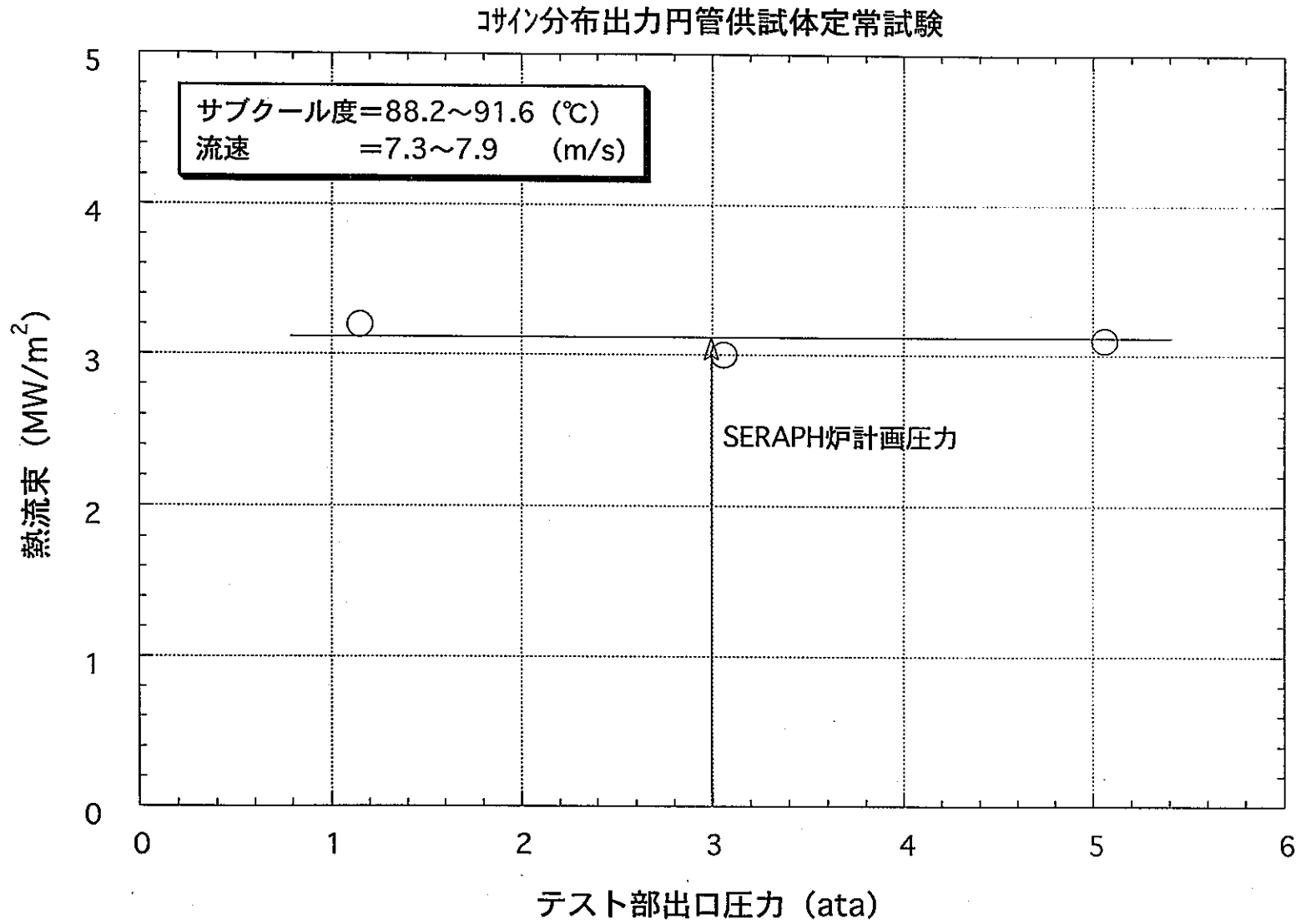


図 2 - 2 7 圧力とDNB熱流束の関係 (サブクール度90°C, 流速8m/s)

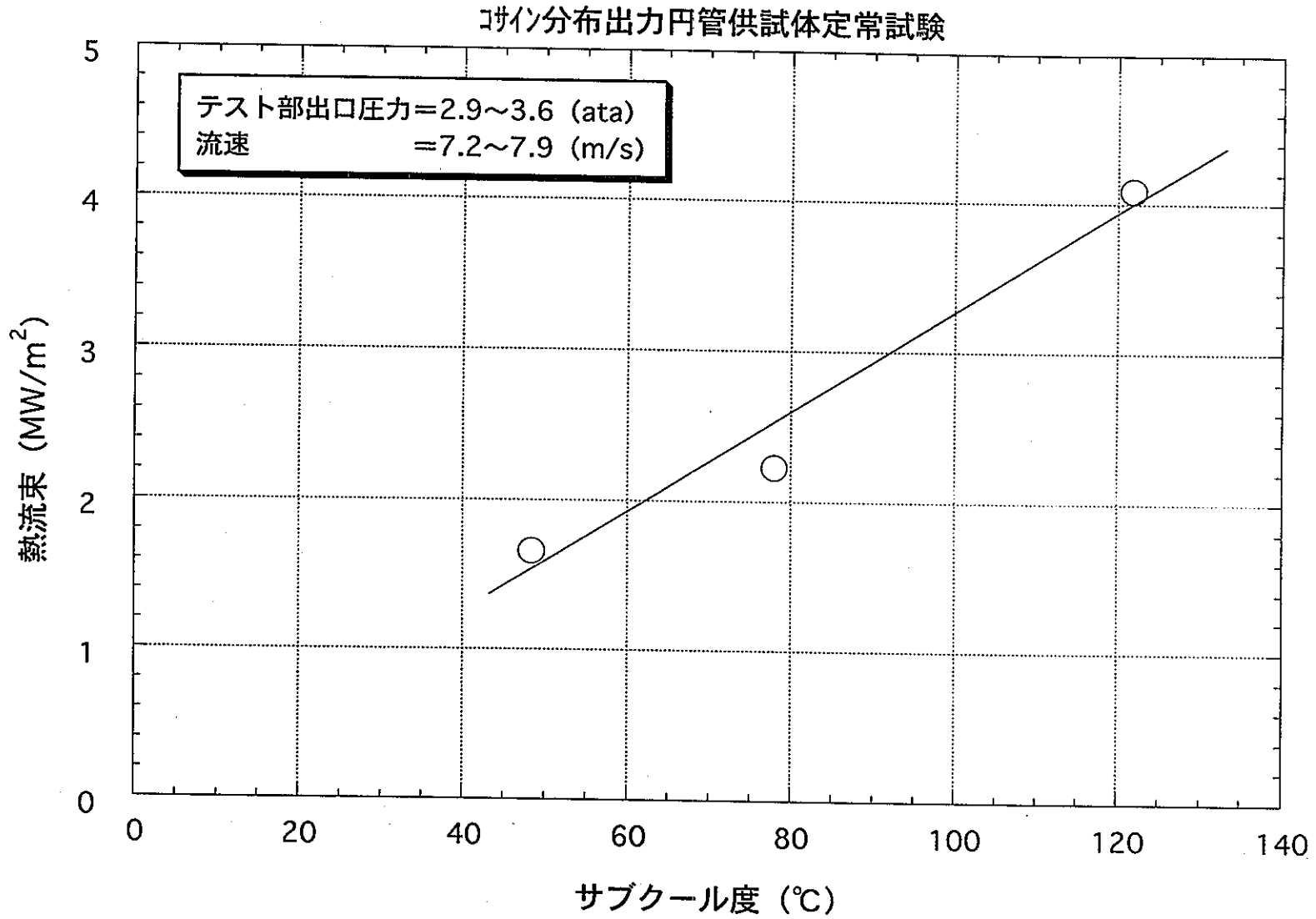


図2-28 サブクール度と熱流束の関係 (出口圧力3ata, 流速8m/s)

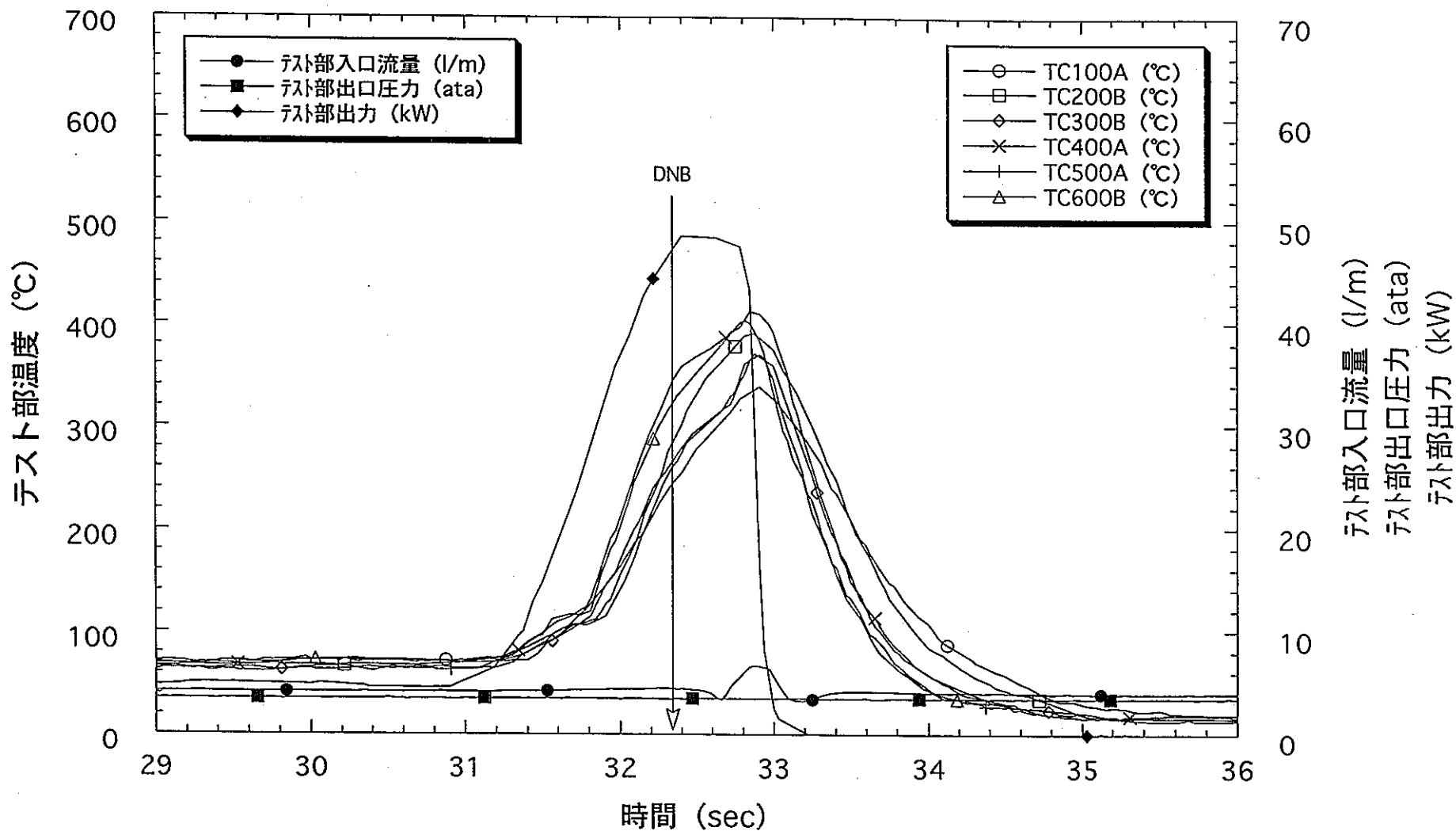


図2-29 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NP103107)

(入口温度=15°C, 圧力=3.5ata, サブクール=122°C, 流速=10m/s, 出力急昇速度=29.32kW/s)

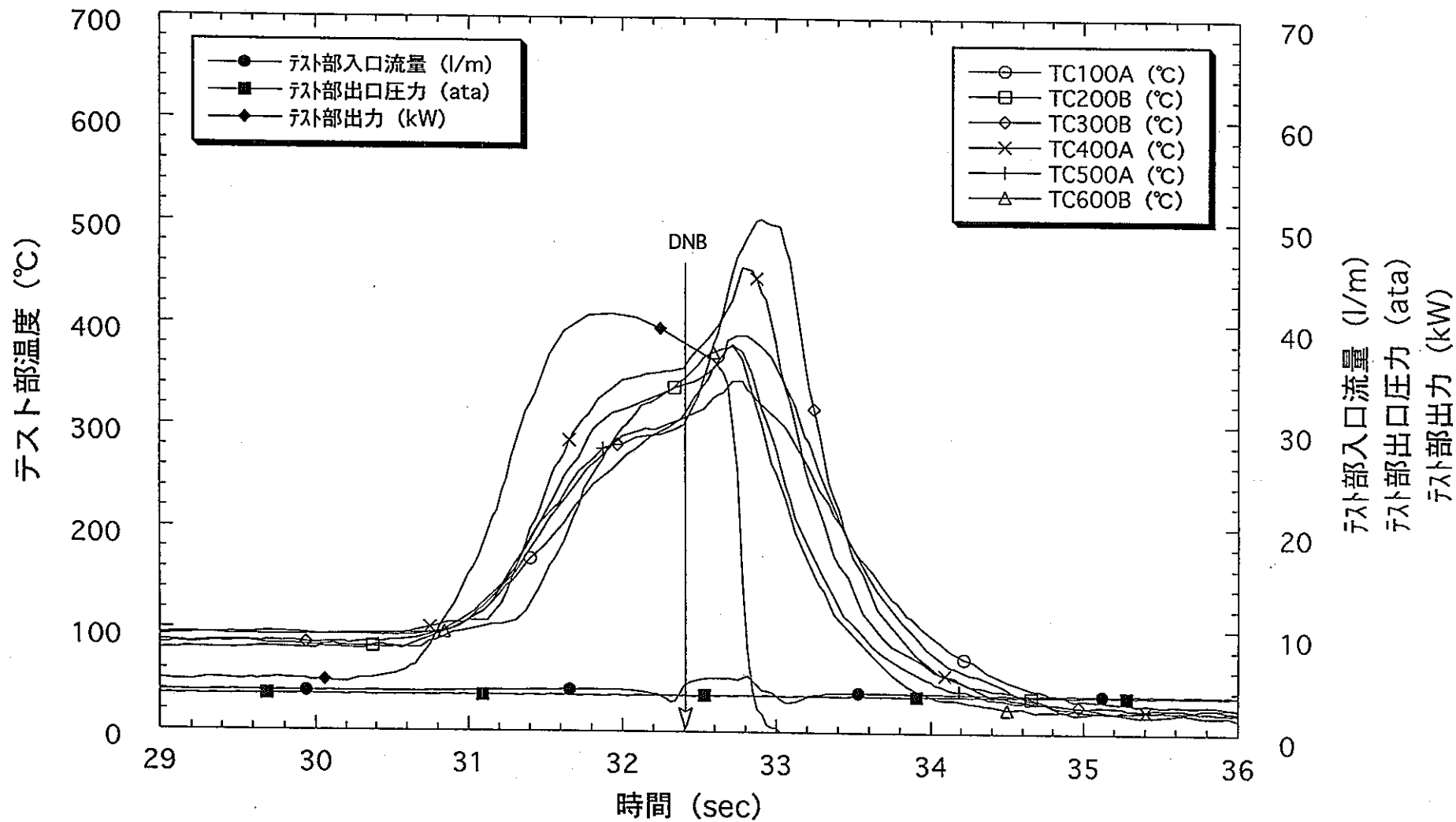


図2-30 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NP103096)

(入口温度=15°C, 圧力=3.5ata, サブクール=122°C, 流速=9m/s, 出力急昇速度=21.06kW/s)

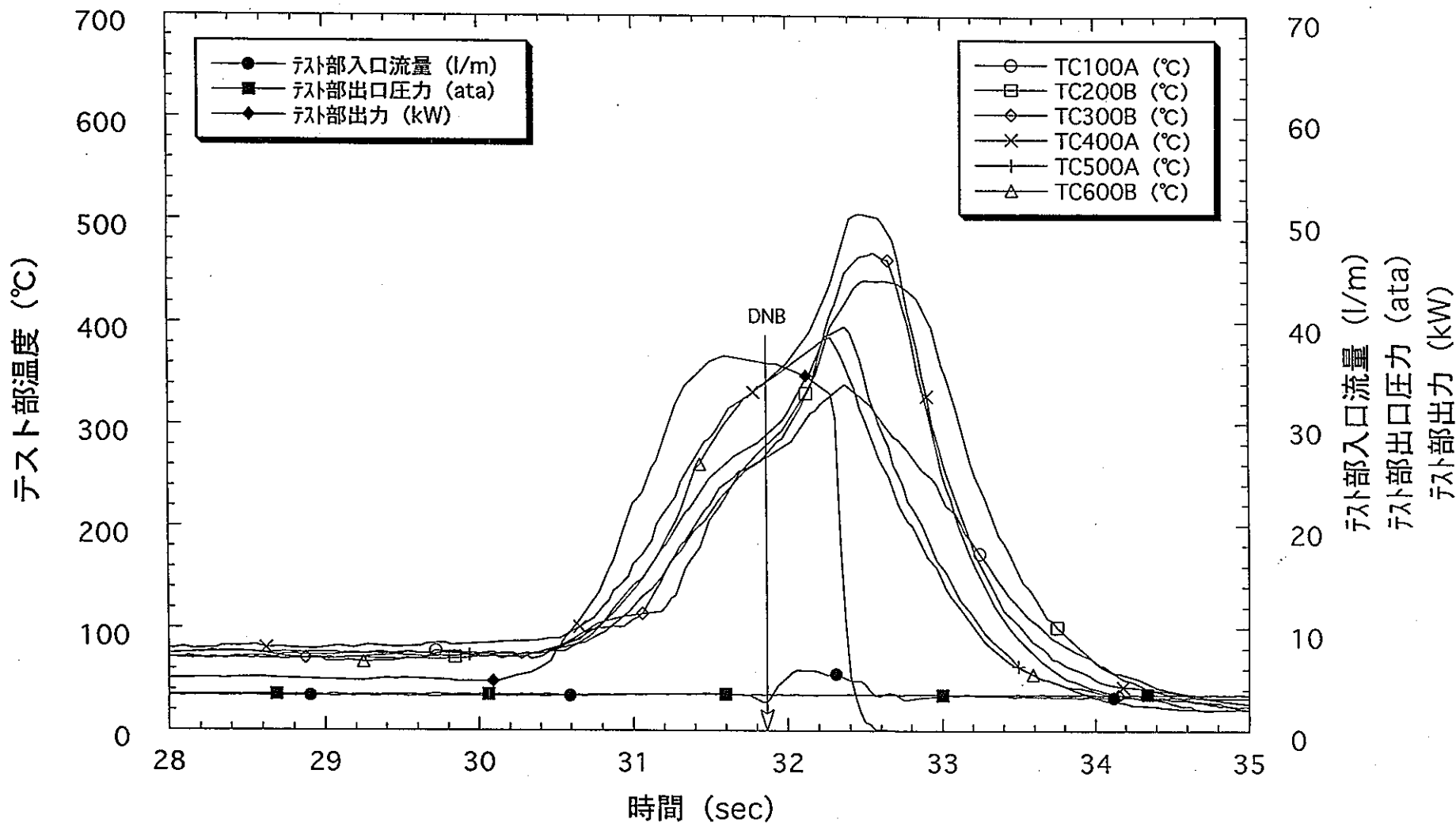


図 2 - 3 1 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NP103088)

(入口温度=15°C, 圧力=3.5ata, サブクール=122°C, 流速=8m/s, 出力急昇速度=20.20kW/s)

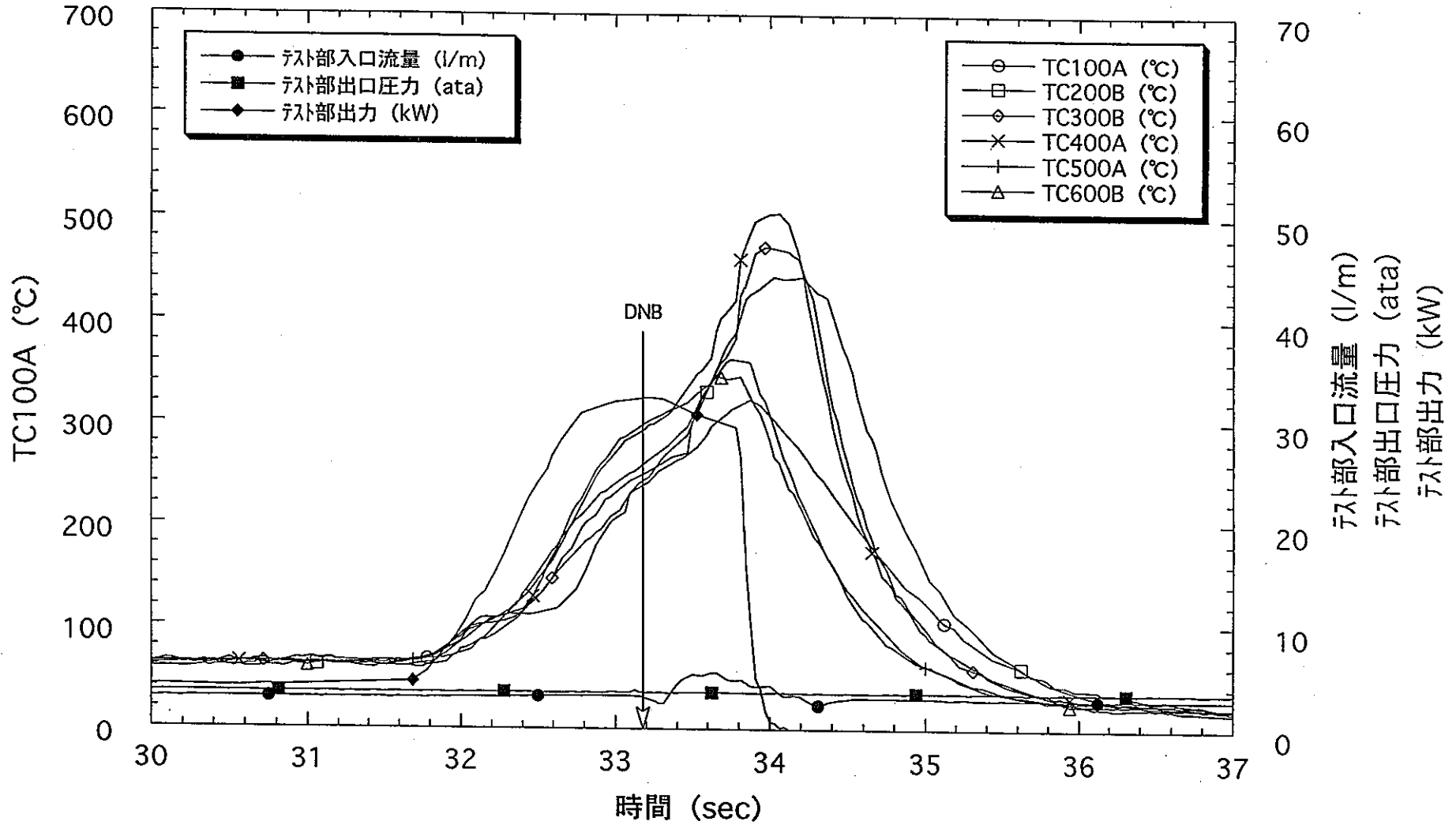


図 2 - 3 2 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NP103077)

(入口温度=15°C, 圧力=3.5ata, ナブール=122°C, 流速=7m/s, 出力急昇速度=16.91kW/s)

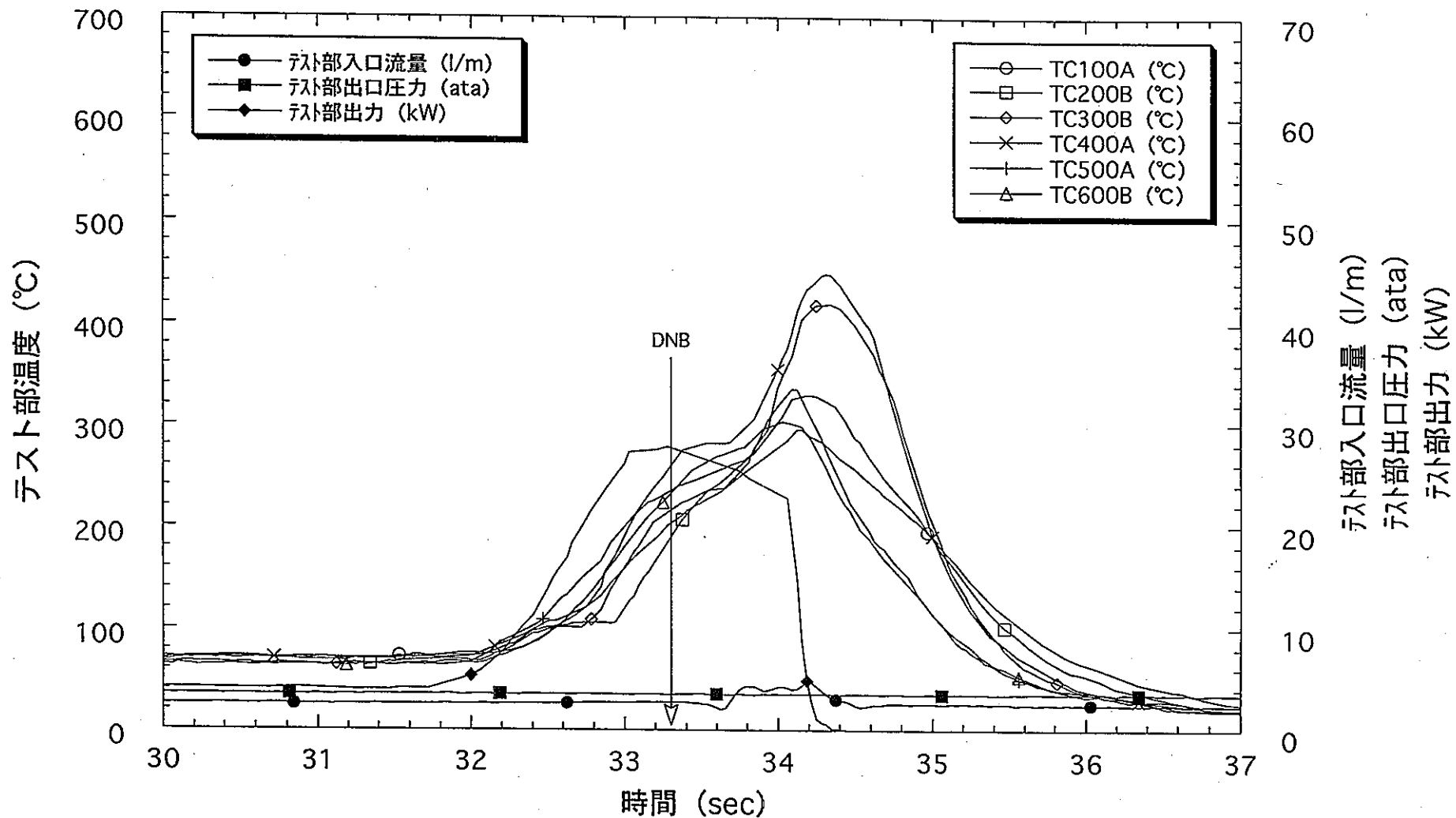


図 2 - 3 3 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NP103067)

(入口温度=15°C, 圧力=3.5ata, サブクール=122°C, 流速=6m/s, 出力急昇速度=14.38kW/s)

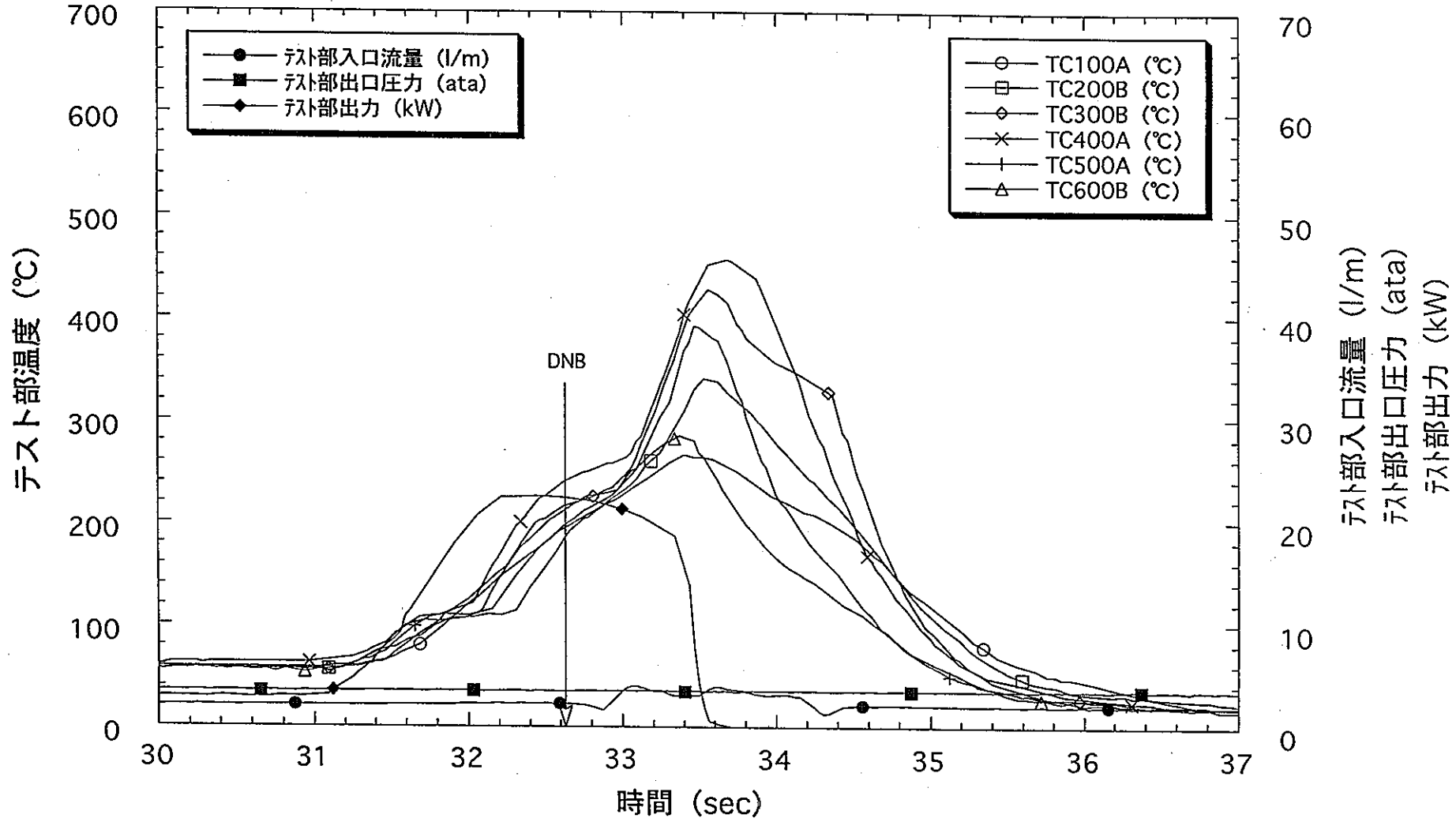


図2-34 重水冷却SERAPH炉DNB試験結果 (NP103056)

(入口温度=15°C, 圧力=3.5ata, サブクール=122°C, 流速=5m/s, 出力急昇速度=13.66kW/s)

コイル分布出力円管供試体非定常試験

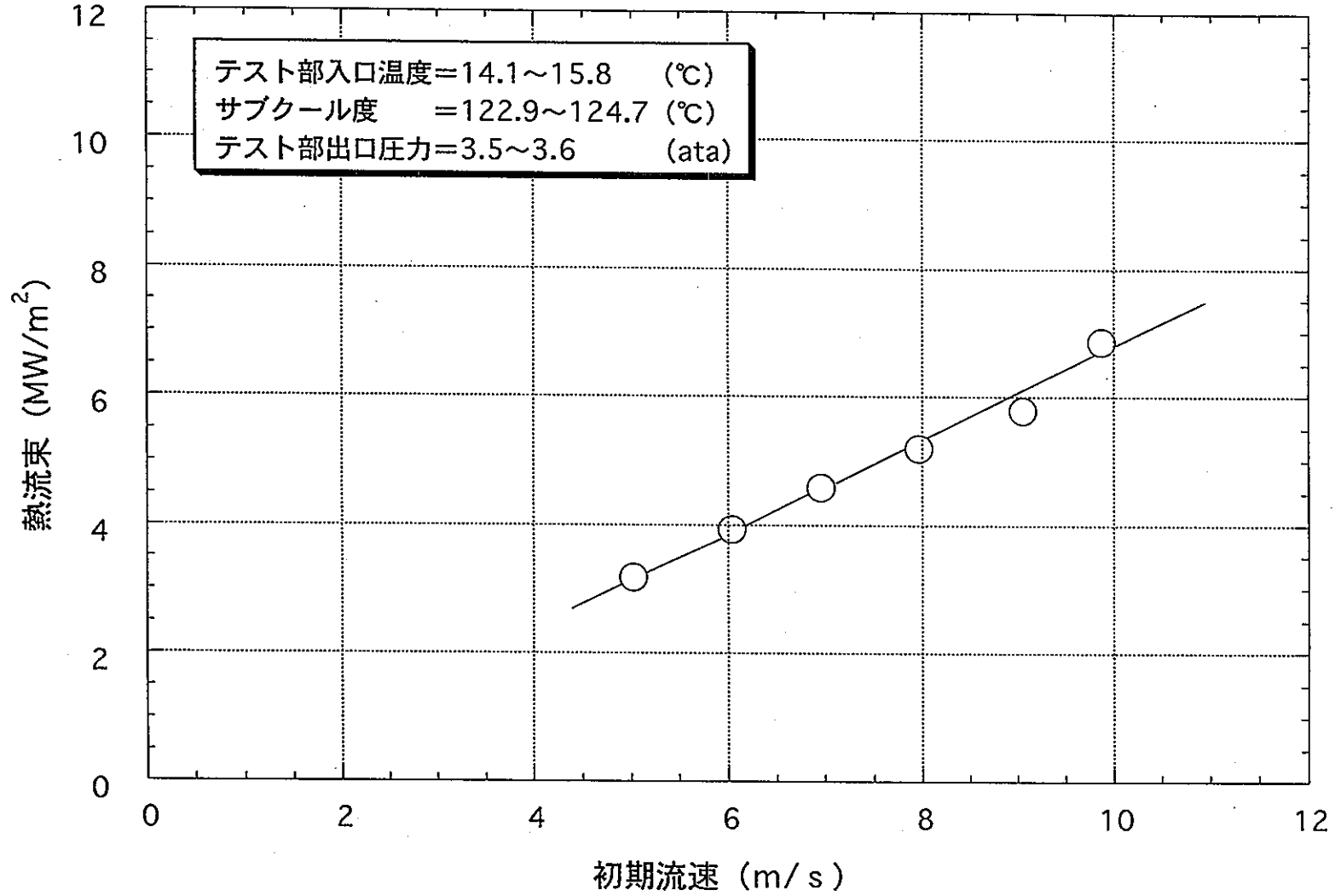


図 2 - 3 5 流速とDNB熱流束の関係 (入口温度15°C, 出口圧力3.5ata)

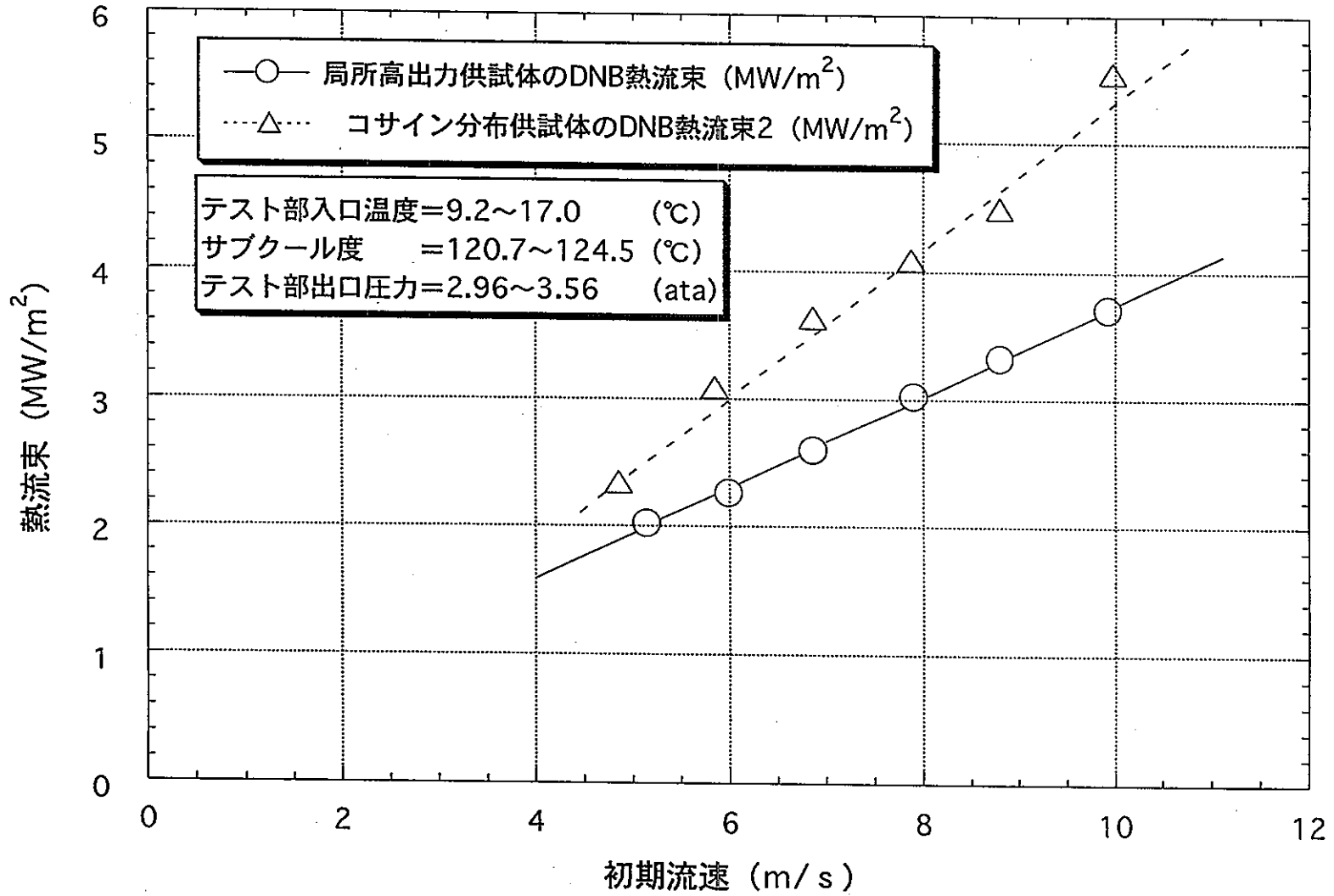


図 2-36 局所高出力とコサイン分布出力定常試験結果の比較

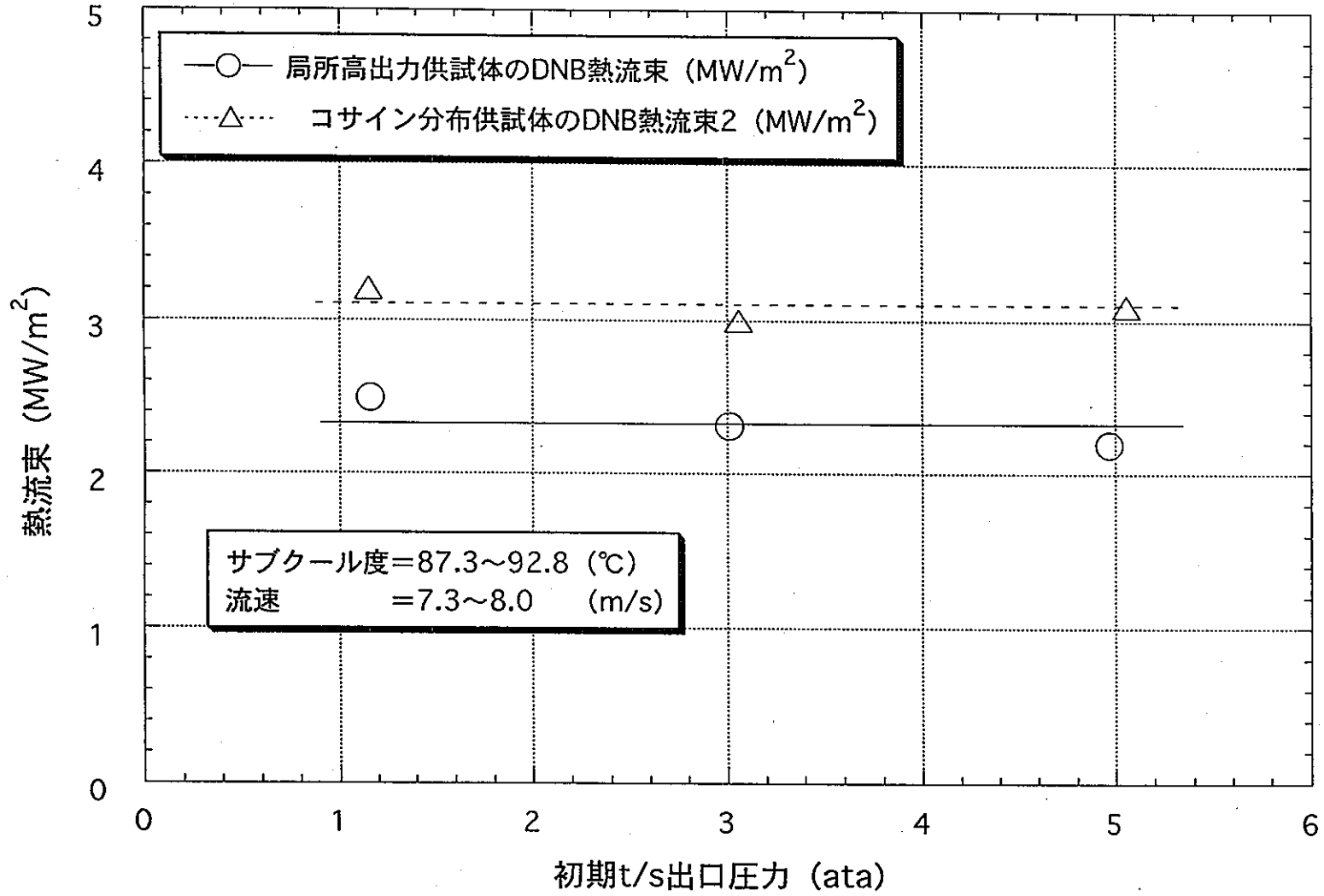


図2-37 局所高出力とコサイン分布出力定常試験結果の比較

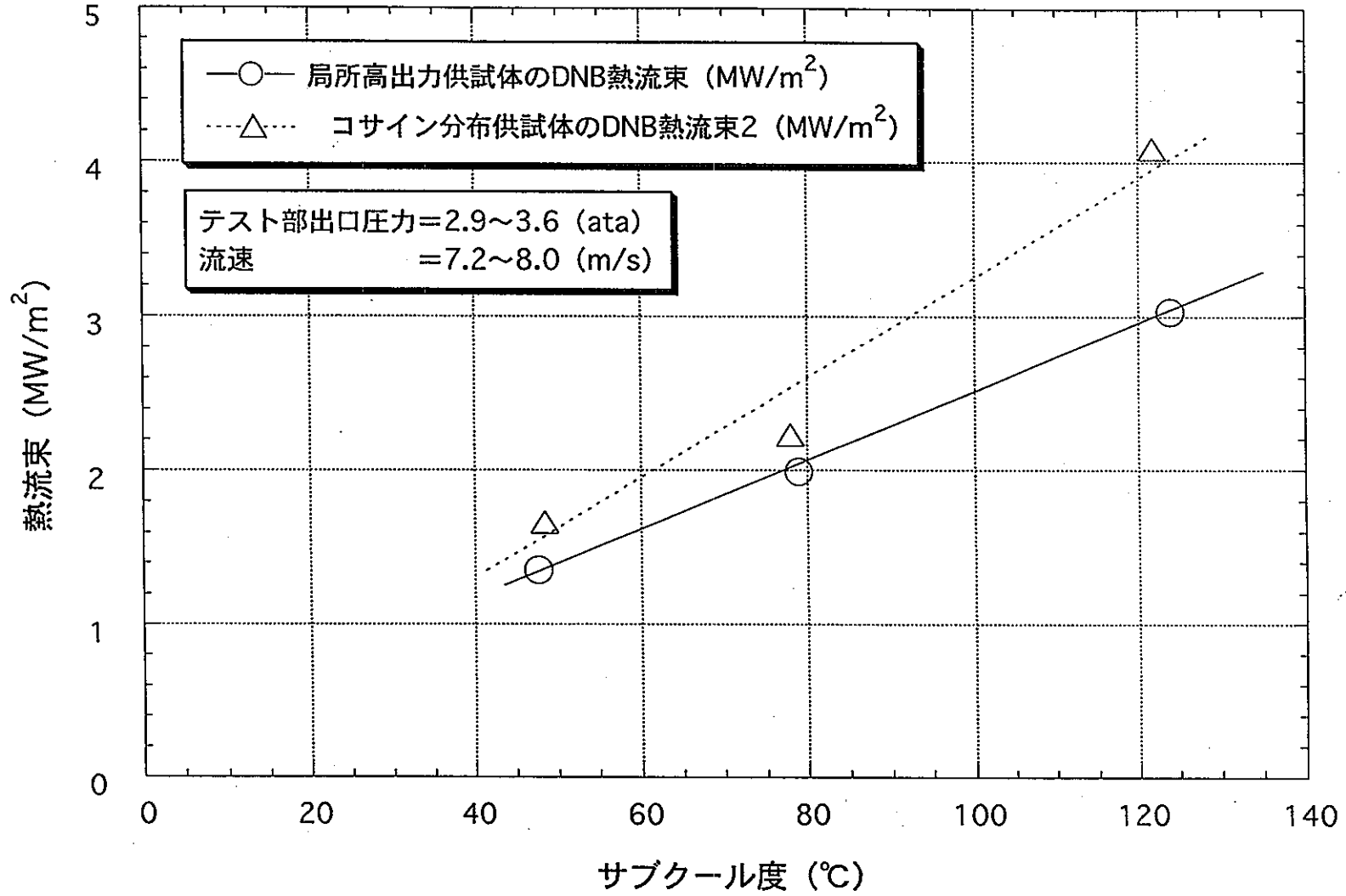


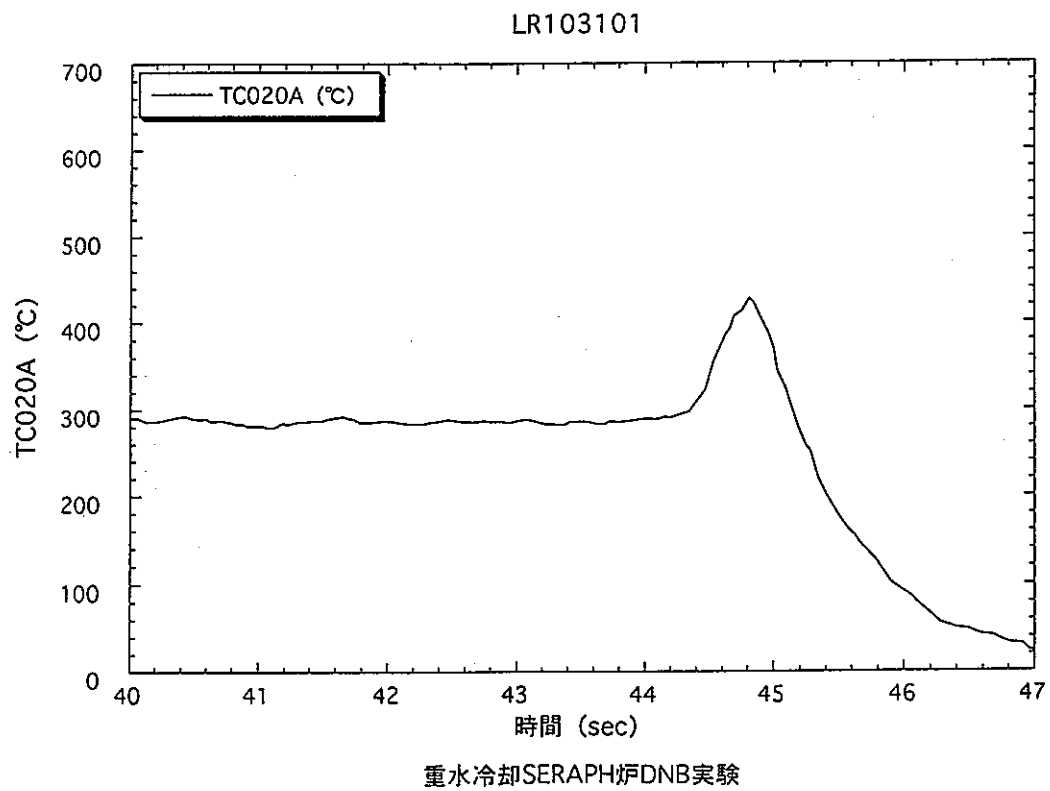
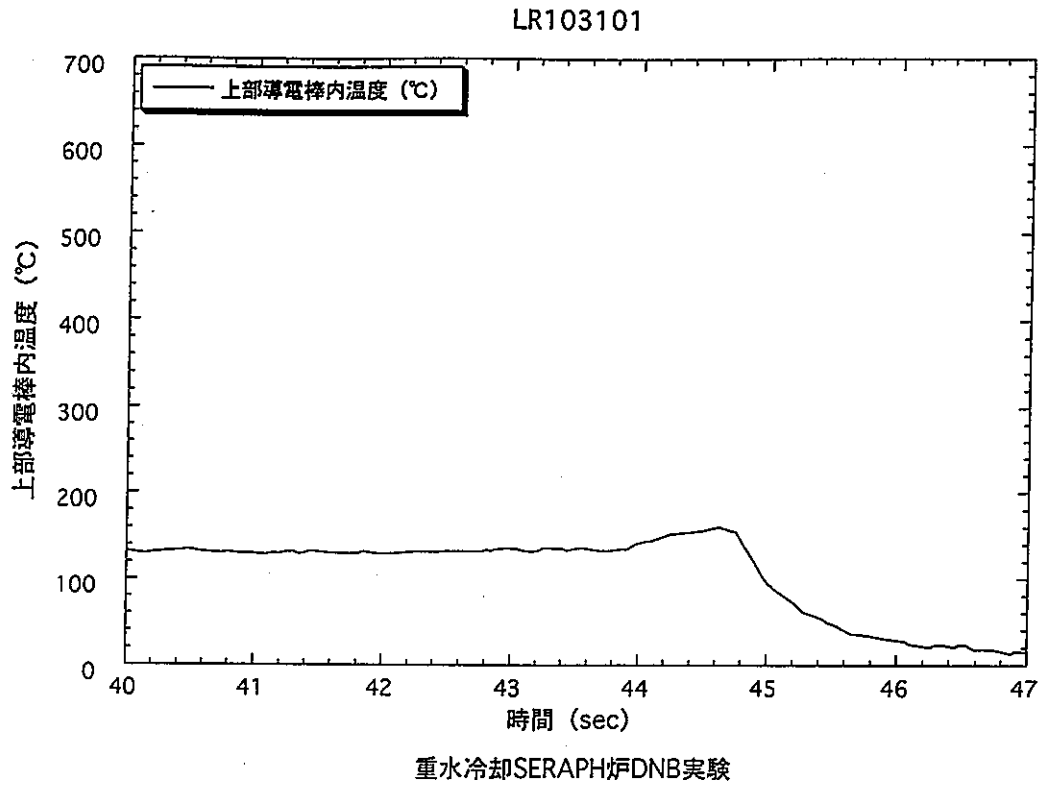
図 2 - 3 8 局所高出力とコサイン分布出力定常試験結果の比較

付録一 (1) : 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動グラフ

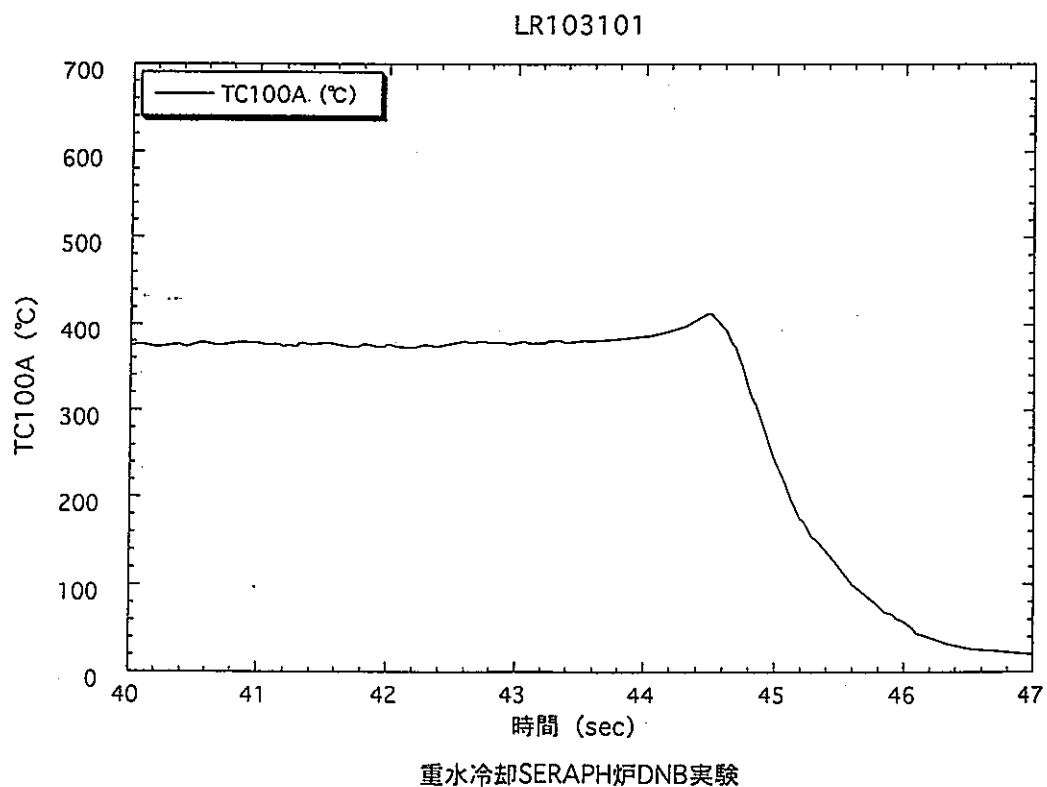
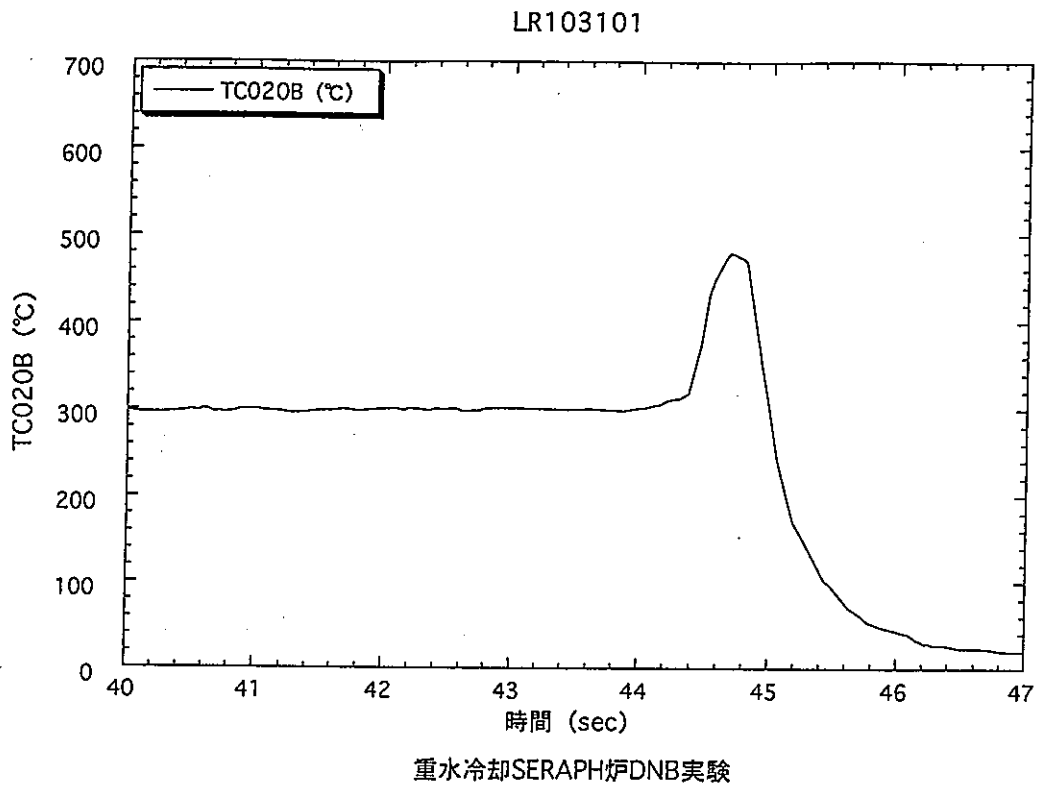
- 付図 1-1 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103101)
(上部導電棒内温度, TC020A)
- 付図 1-2 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103101)
(TC020B, TC100A)
- 付図 1-3 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103101)
(TC100B, TC200A)
- 付図 1-4 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103101)
(TC200B, TC400A)
- 付図 1-5 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103091)
(上部導電棒内温度, TC020A)
- 付図 1-6 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103091)
(TC020B, TC100A)
- 付図 1-7 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103091)
(TC100B, TC200A)
- 付図 1-8 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103091)
(TC200B, TC400A)
- 付図 1-9 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103082)
(上部導電棒内温度, TC020A)
- 付図 1-10 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103082)
(TC020B, TC100A)
- 付図 1-11 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103082)
(TC100B, TC200A)
- 付図 1-12 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103082)
(TC200B, TC400A)
- 付図 1-13 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103071)
(上部導電棒内温度, TC020A)
- 付図 1-14 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103071)
(TC020B, TC100A)
- 付図 1-15 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103071)
(TC100B, TC200A)
- 付図 1-16 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103071)
(TC200B, TC400A)

- 付図 1-17 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103061)
(上部導電棒内温度, TC020A)
- 付図 1-18 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103061)
(TC020B, TC100A)
- 付図 1-19 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103061)
(TC100B, TC200A)
- 付図 1-20 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103061)
(TC200B, TC400A)
- 付図 1-21 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103051)
(上部導電棒内温度, TC020A)
- 付図 1-22 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103051)
(TC020B, TC100A)
- 付図 1-23 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103051)
(TC100B, TC200A)
- 付図 1-24 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103051)
(TC200B, TC400A)
- 付図 1-25 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR615081)
(上部導電棒内温度, TC020A)
- 付図 1-26 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR615081)
(TC020B, TC100A)
- 付図 1-27 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR615081)
(TC100B, TC200A)
- 付図 1-28 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR615081)
(TC200B, TC400A)
- 付図 1-29 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR423081)
(上部導電棒内温度, TC020A)
- 付図 1-30 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR423081)
(TC020B, TC100A)
- 付図 1-31 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR423081)
(TC100B, TC200A)
- 付図 1-32 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR423081)
(TC200B, TC400A)

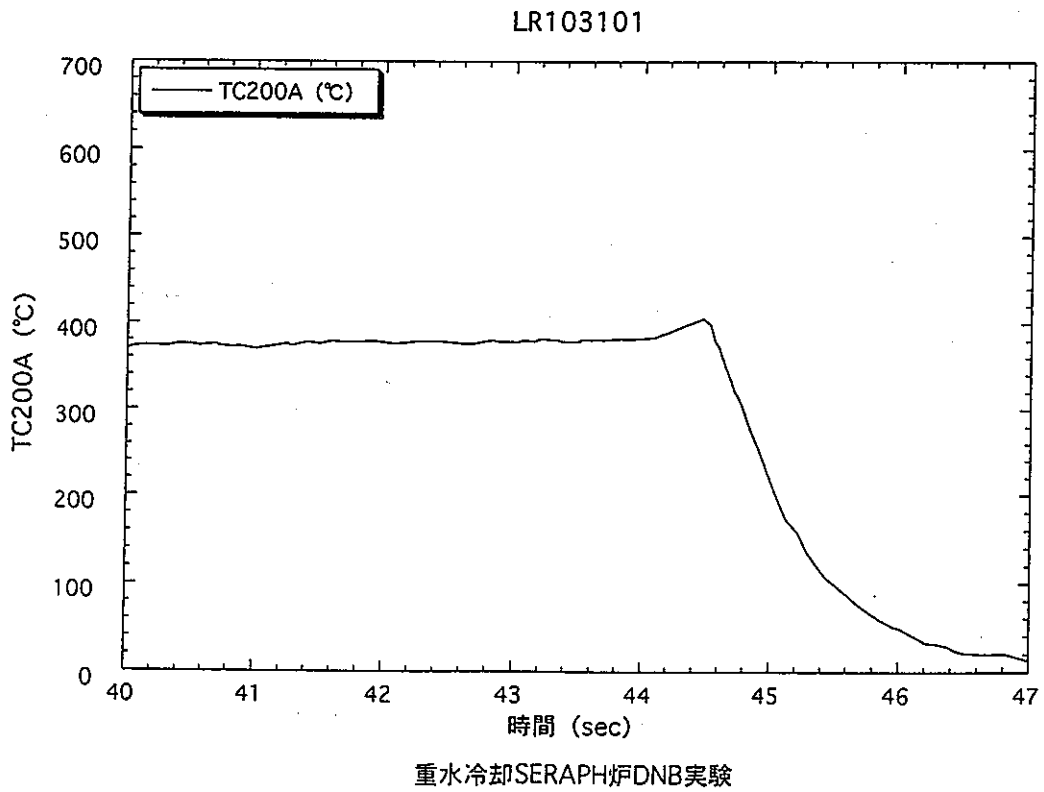
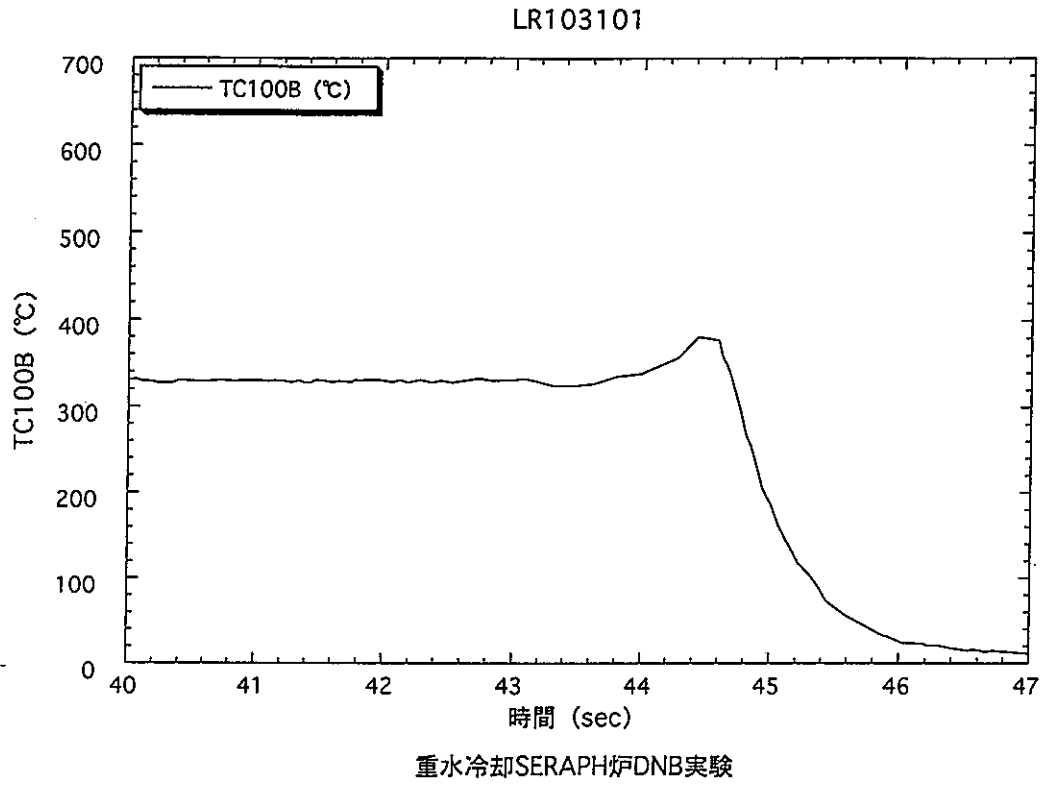
- 付図 1-33 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR101081)
(上部導電棒内温度, TC020A)
- 付図 1-34 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR101081)
(TC020B, TC100A)
- 付図 1-35 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR101081)
(TC100B, TC200A)
- 付図 1-36 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR101081)
(TC200B, TC400A)
- 付図 1-37 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR523081)
(上部導電棒内温度, TC020A)
- 付図 1-38 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR523081)
(TC020B, TC100A)
- 付図 1-39 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR523081)
(TC100B, TC200A)
- 付図 1-40 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR523081)
(TC200B, TC400A)
- 付図 1-41 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR823081)
(上部導電棒内温度, TC020A)
- 付図 1-42 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR823081)
(TC020B, TC100A)
- 付図 1-43 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR823081)
(TC100B, TC200A)
- 付図 1-44 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR823081)
(TC200B, TC400A)



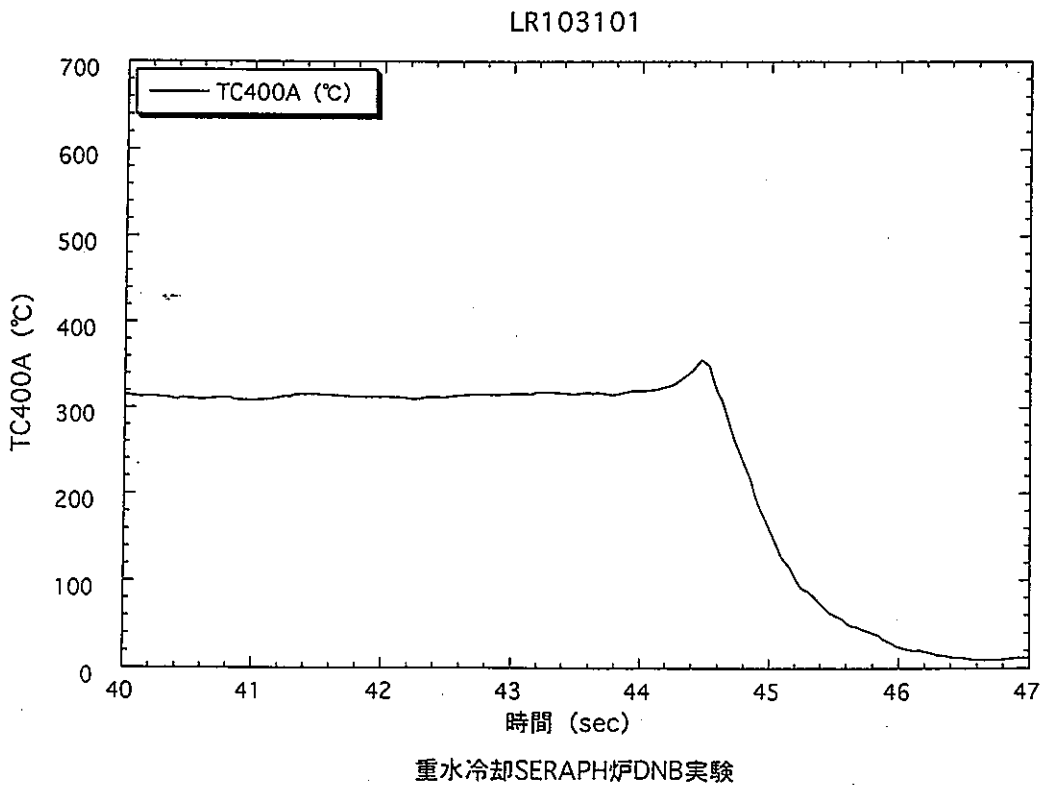
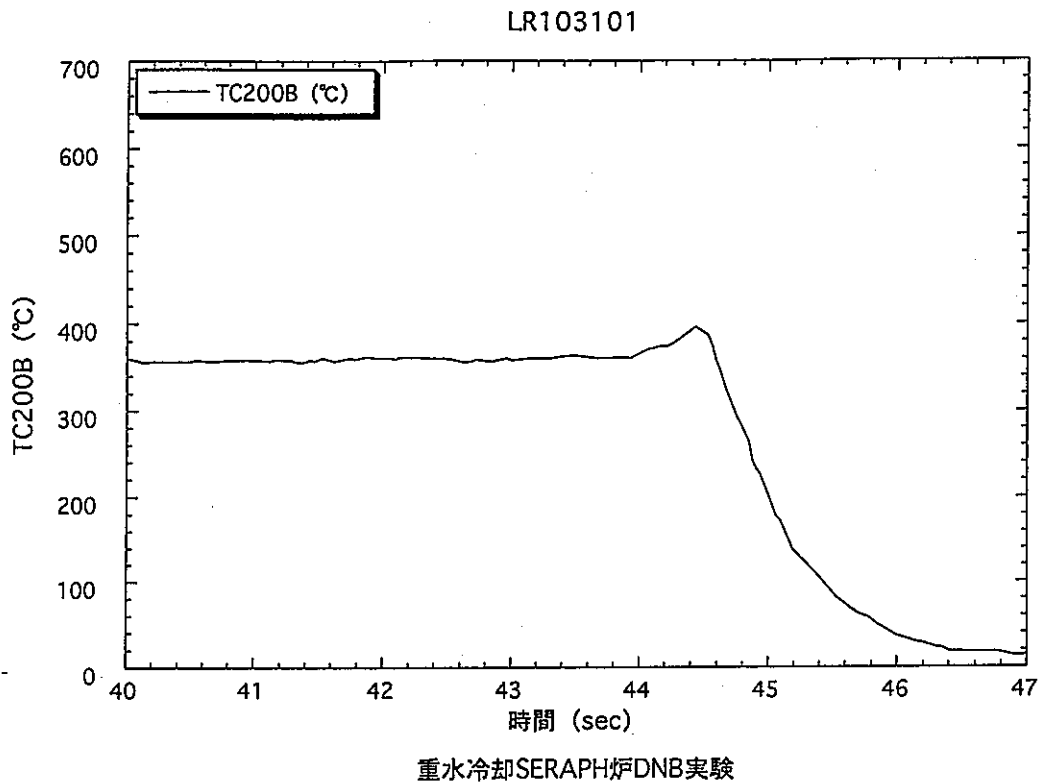
付図1-1 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103101)
(上部導電棒内温度, TC020A)



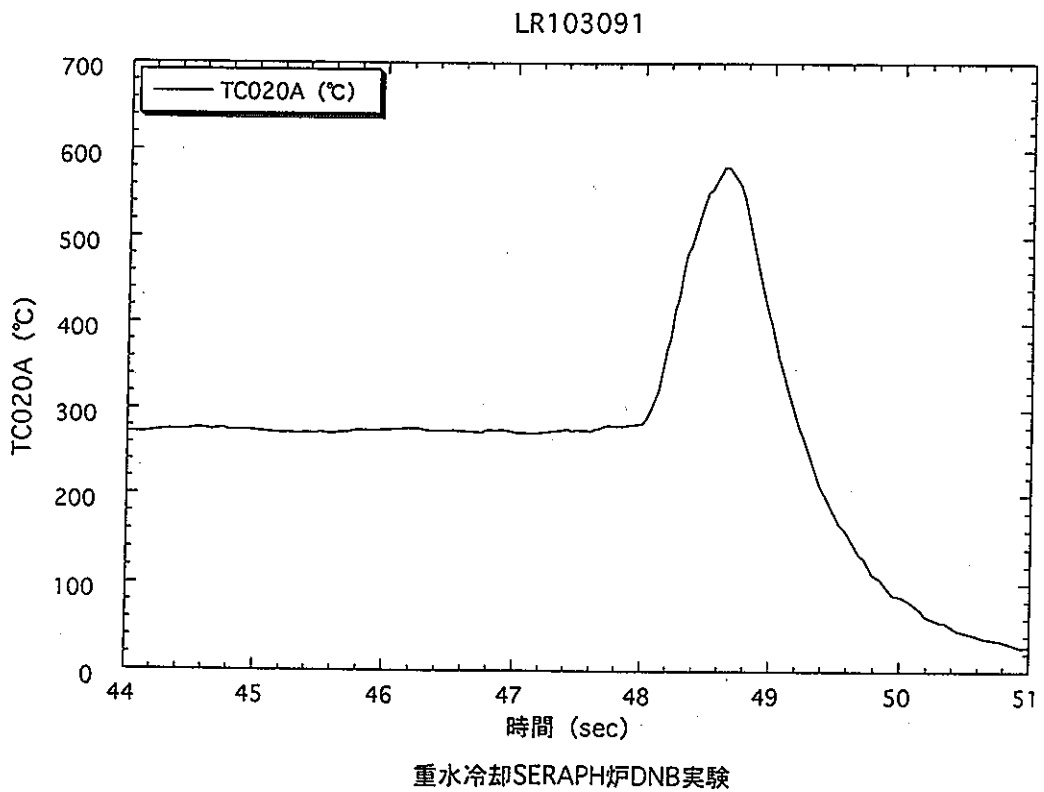
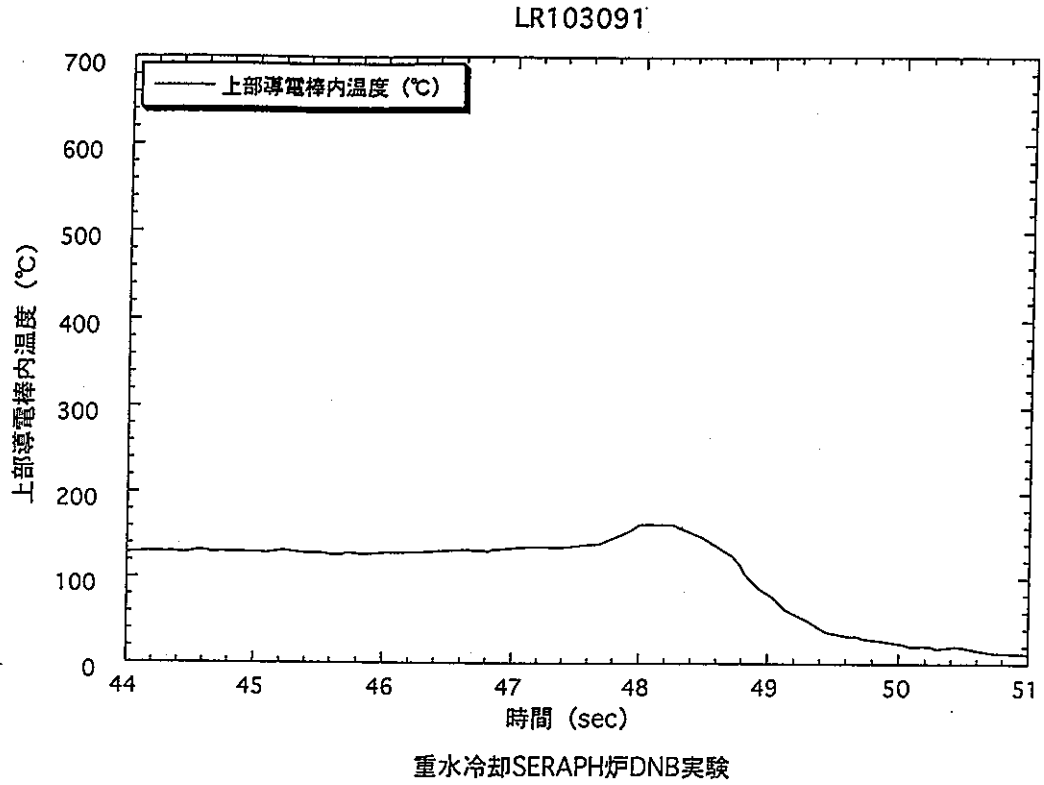
付図 1 - 2 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103101)
(TC020B, TC100A)



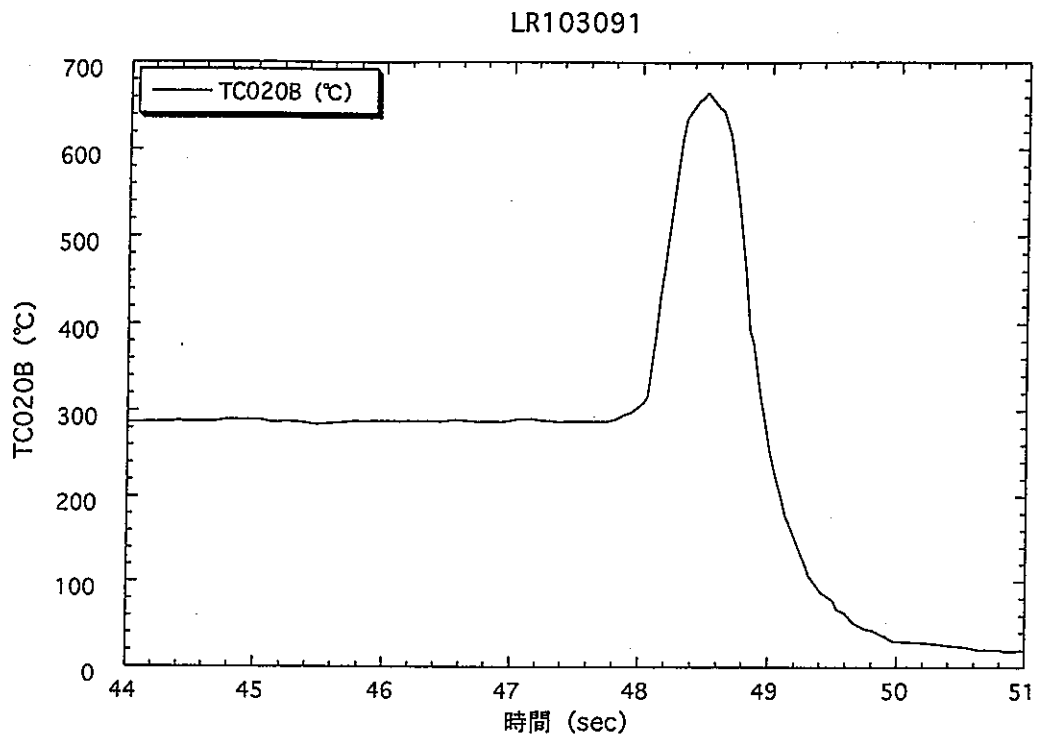
付図1-3 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103101)
(TC100B, TC200A)



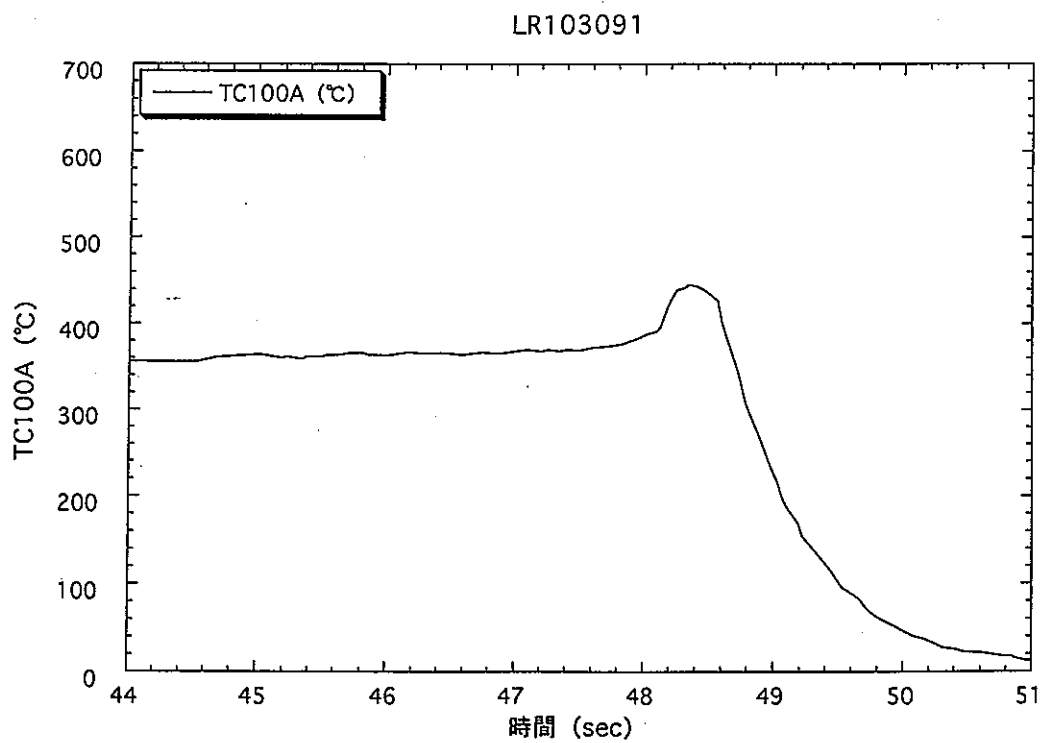
付図1-4 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103101) (TC200B, TC400A)



付図1-5 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103091)
(上部導電棒内温度, TC020A)

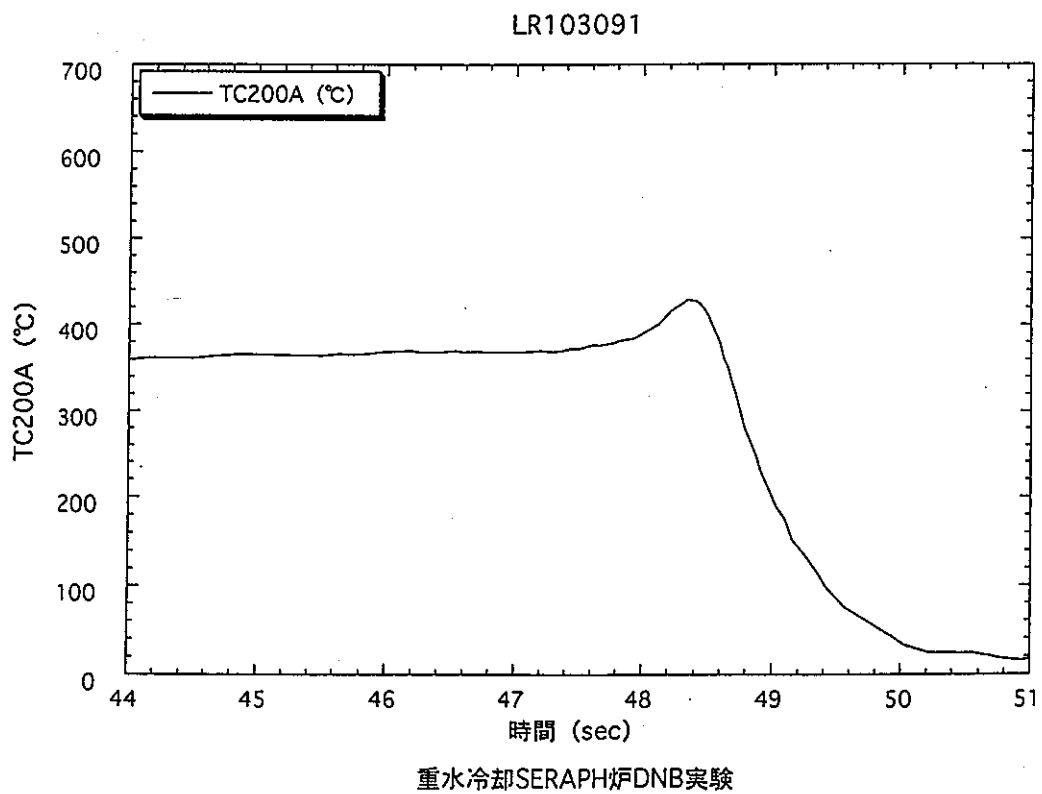
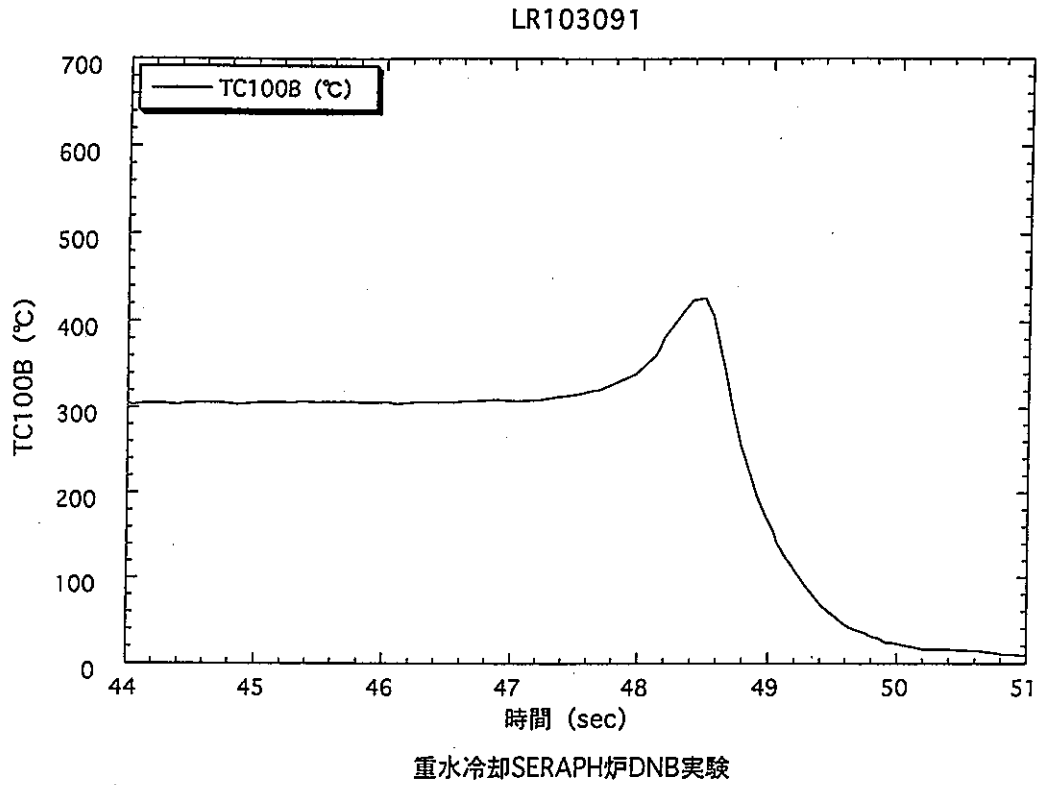


重水冷却SERAPH炉DNB実験

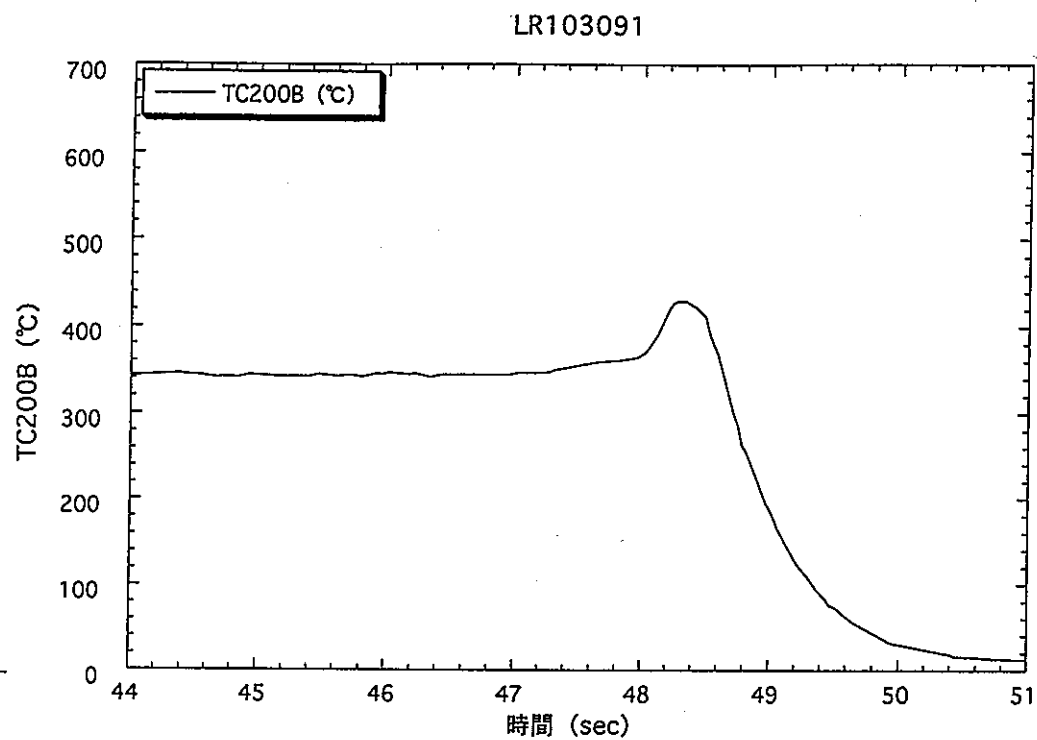


重水冷却SERAPH炉DNB実験

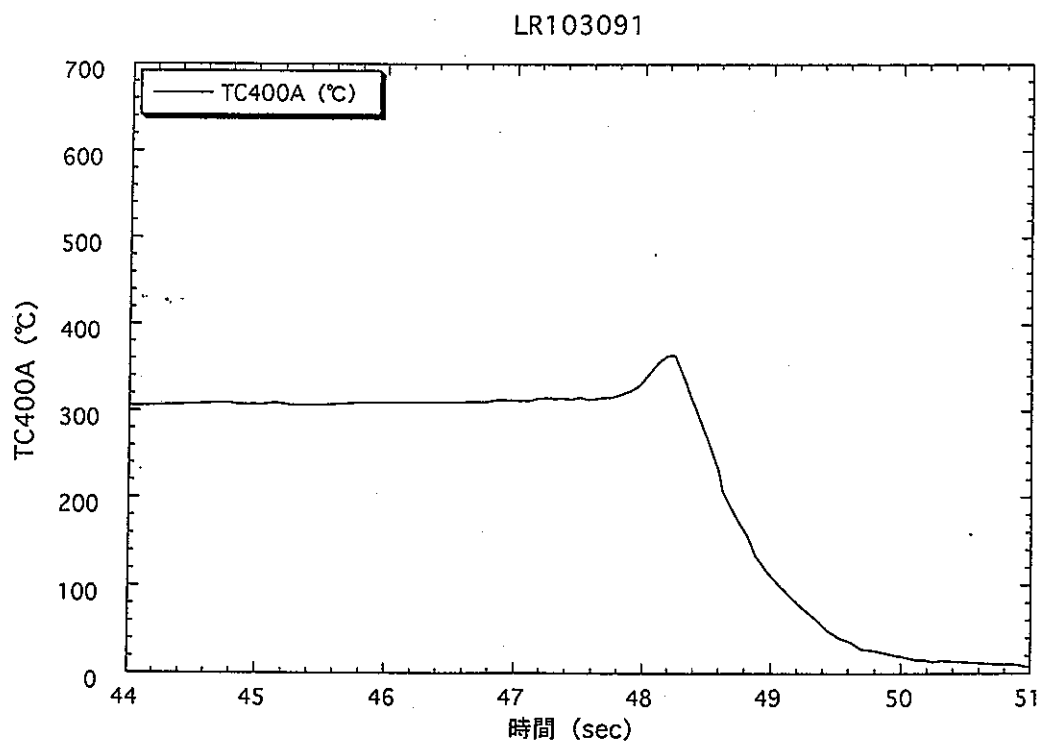
付図1-6 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103091)
(TC020B, TC100A)



付図1-7 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103091)
(TC100B, TC200A)

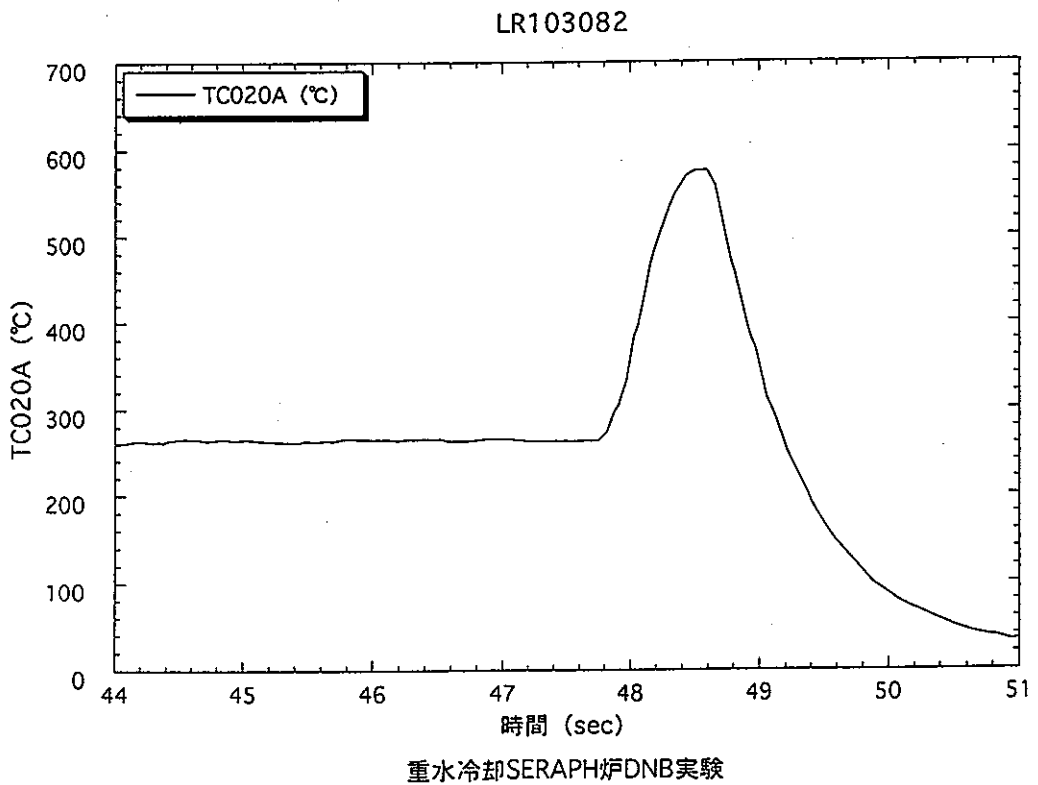
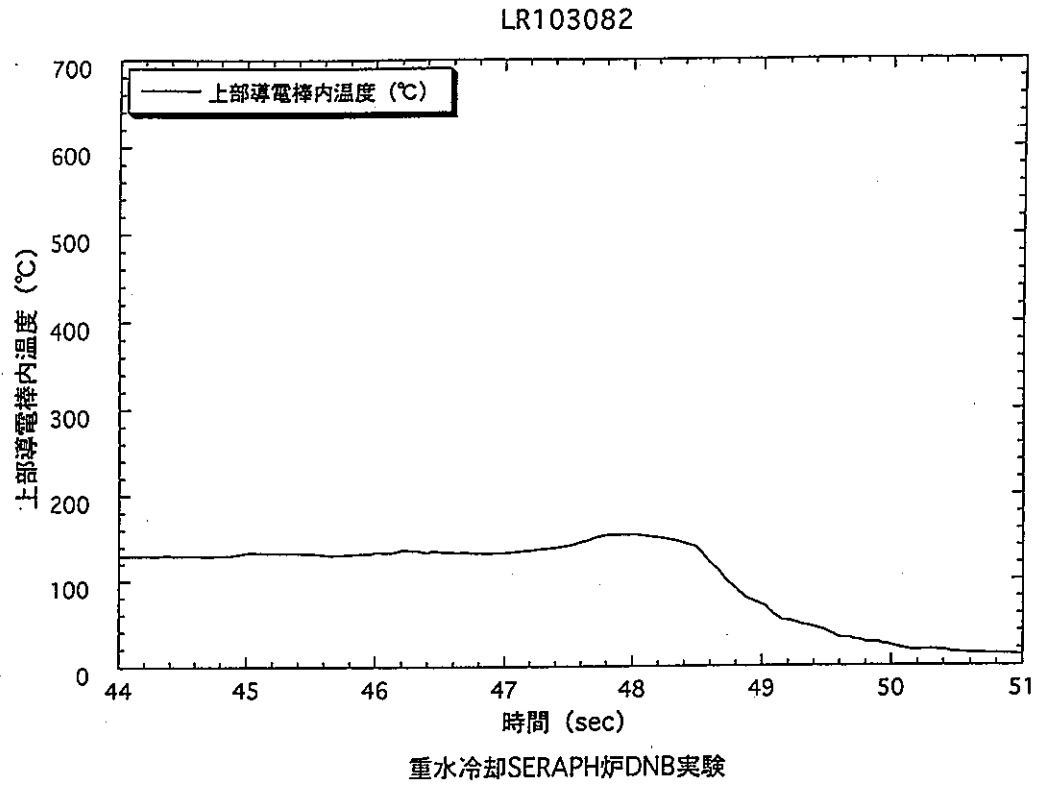


重水冷却SERAPH炉DNB実験

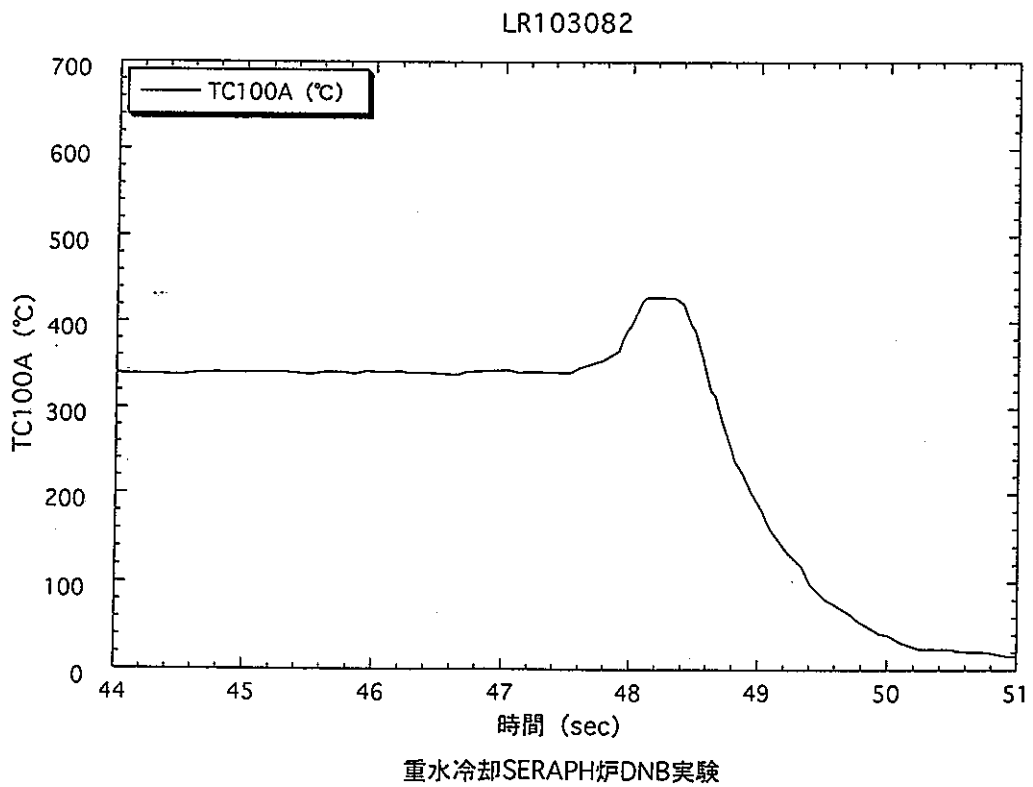
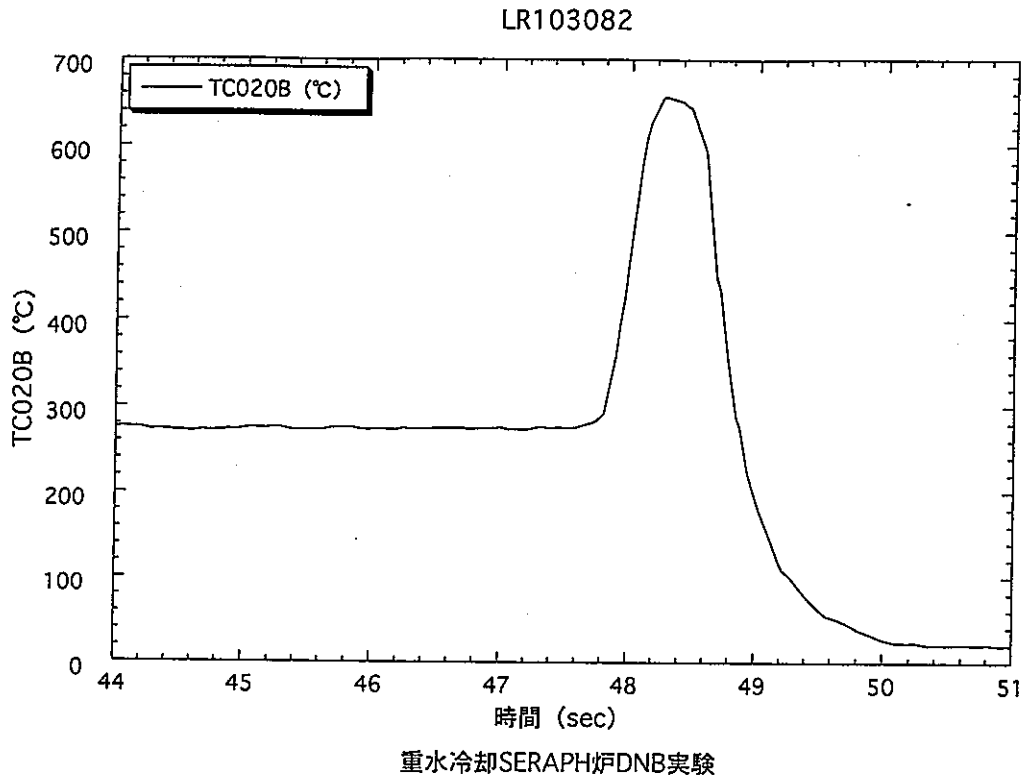


重水冷却SERAPH炉DNB実験

付図 1 - 8 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103091)
(TC200B, TC400A)

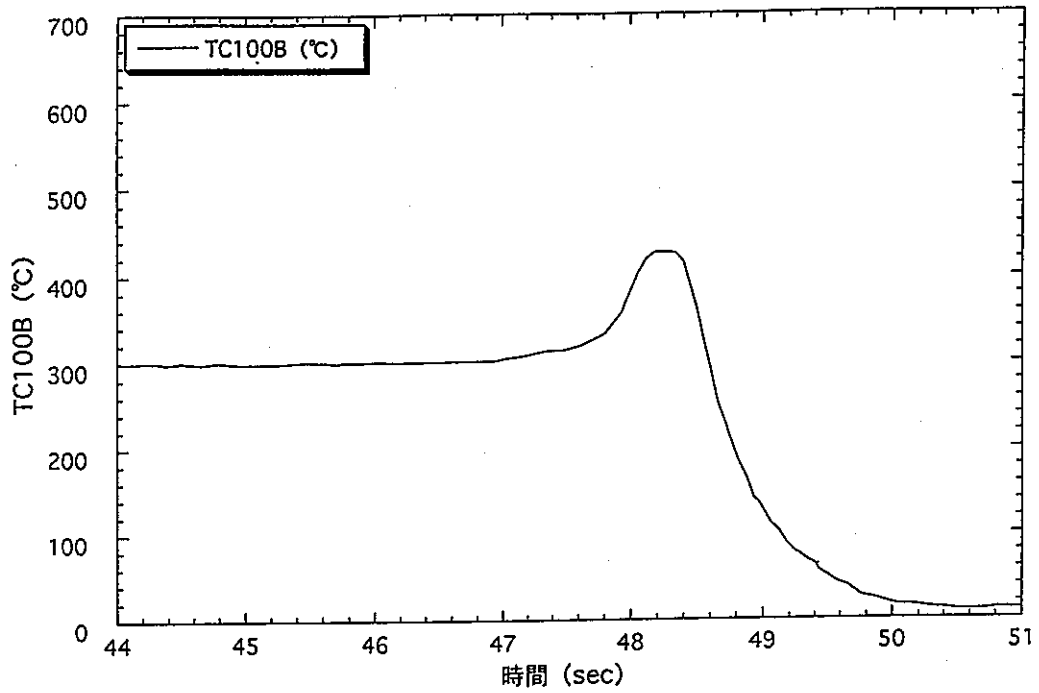


付図1-9 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103082)
(上部導電棒内温度, TC020A)



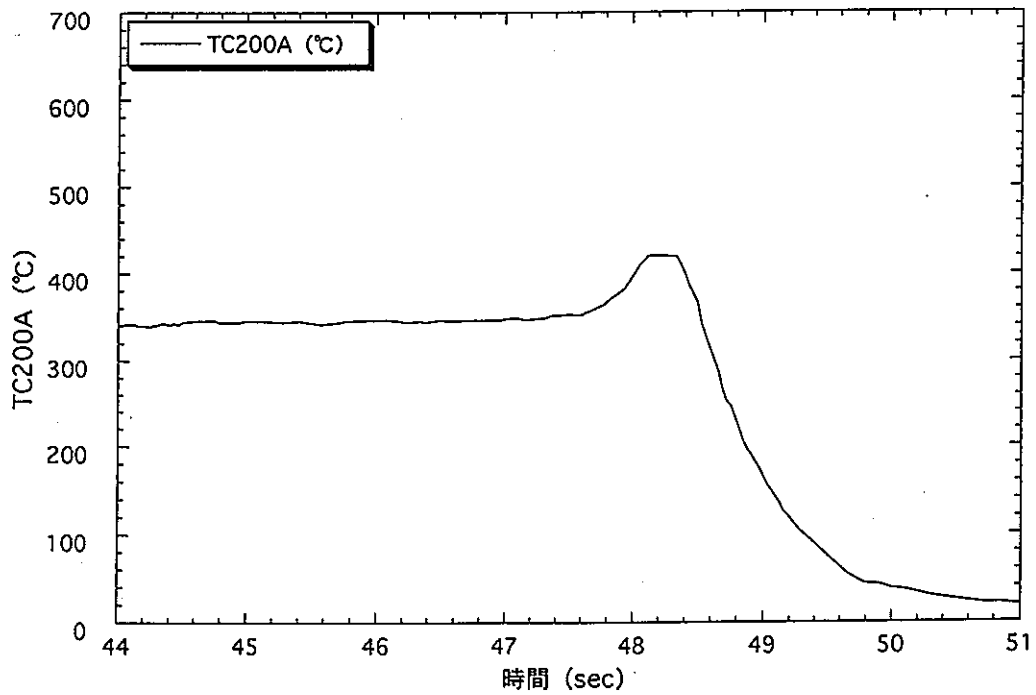
付図1-10 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103082) (TC020B, TC100A)

LR103082



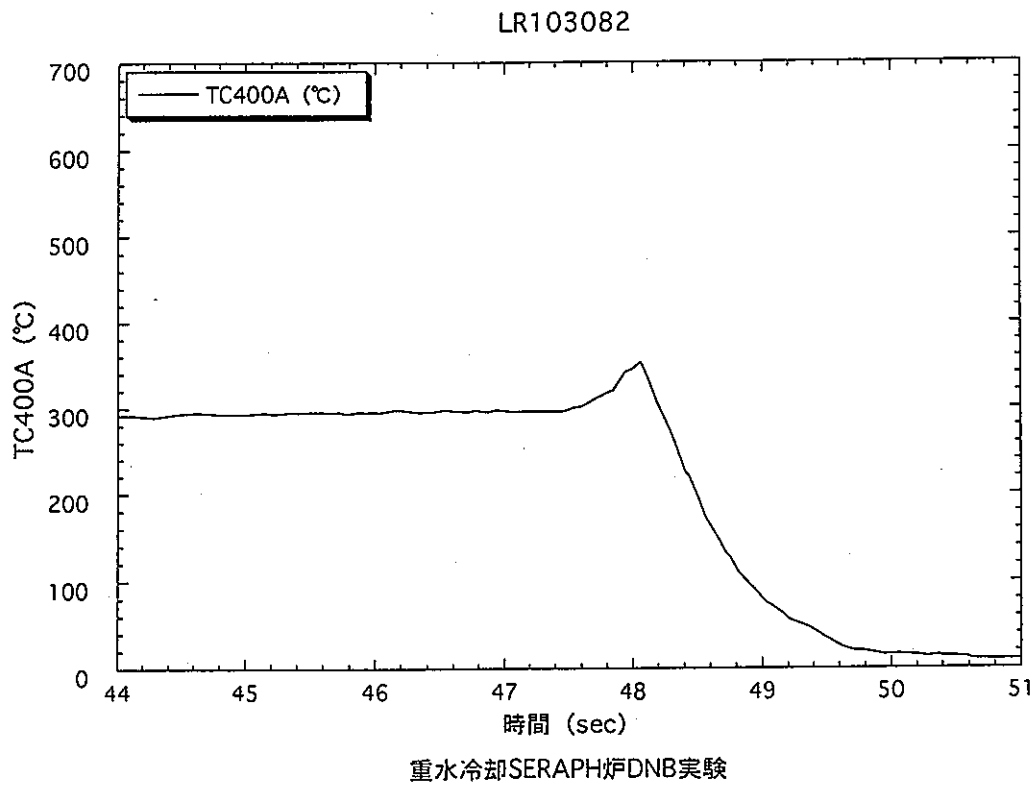
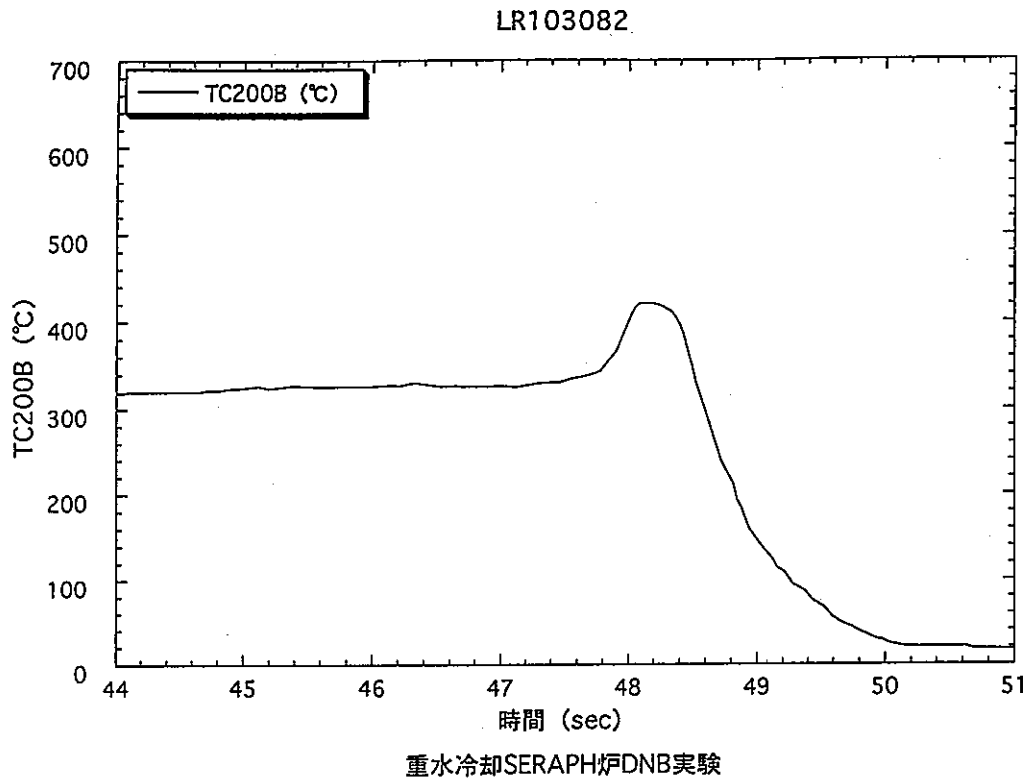
重水冷却SERAPH炉DNB実験

LR103082

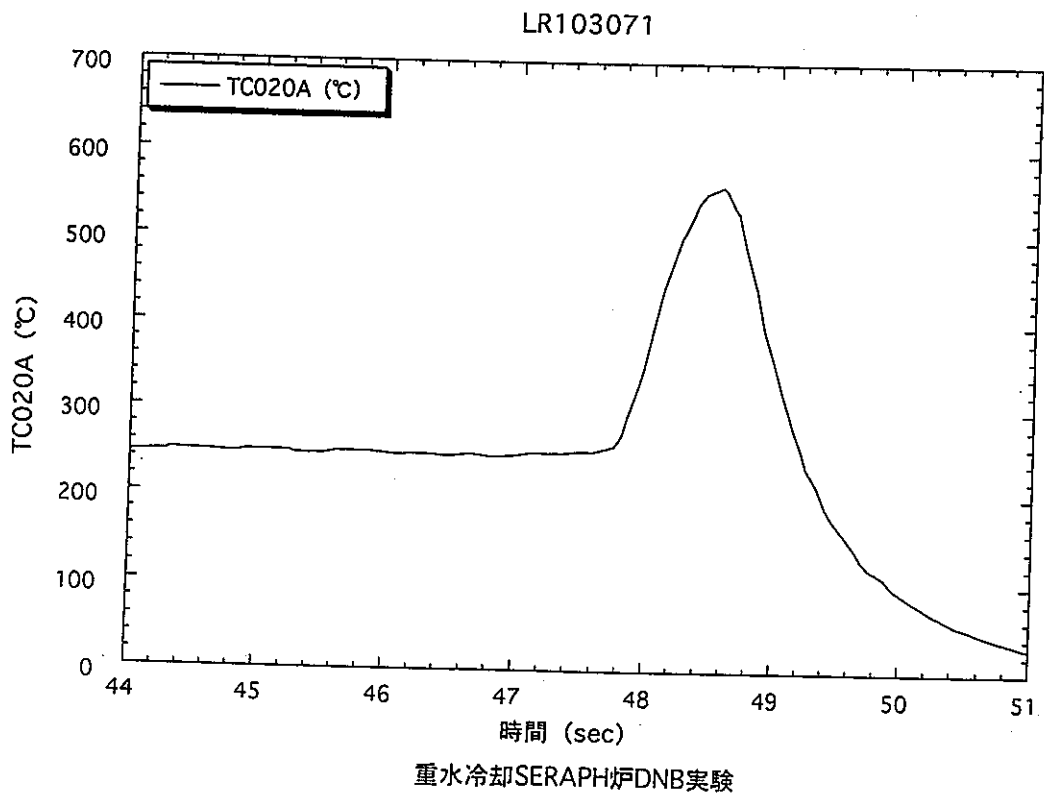
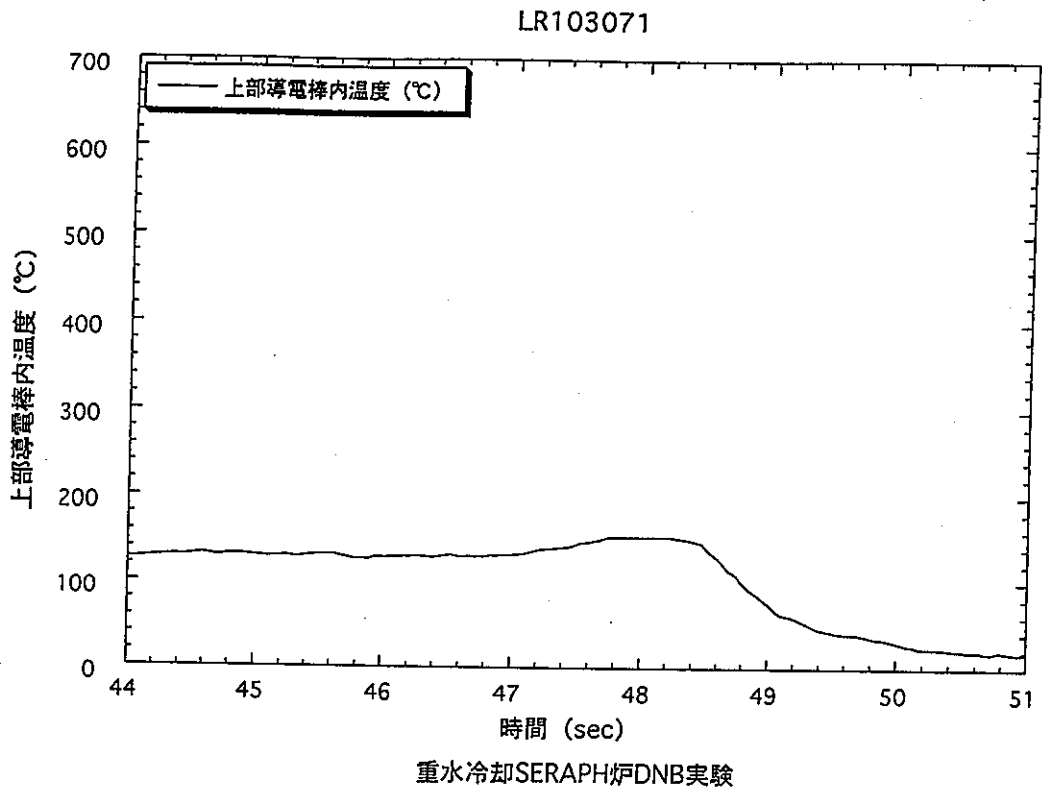


重水冷却SERAPH炉DNB実験

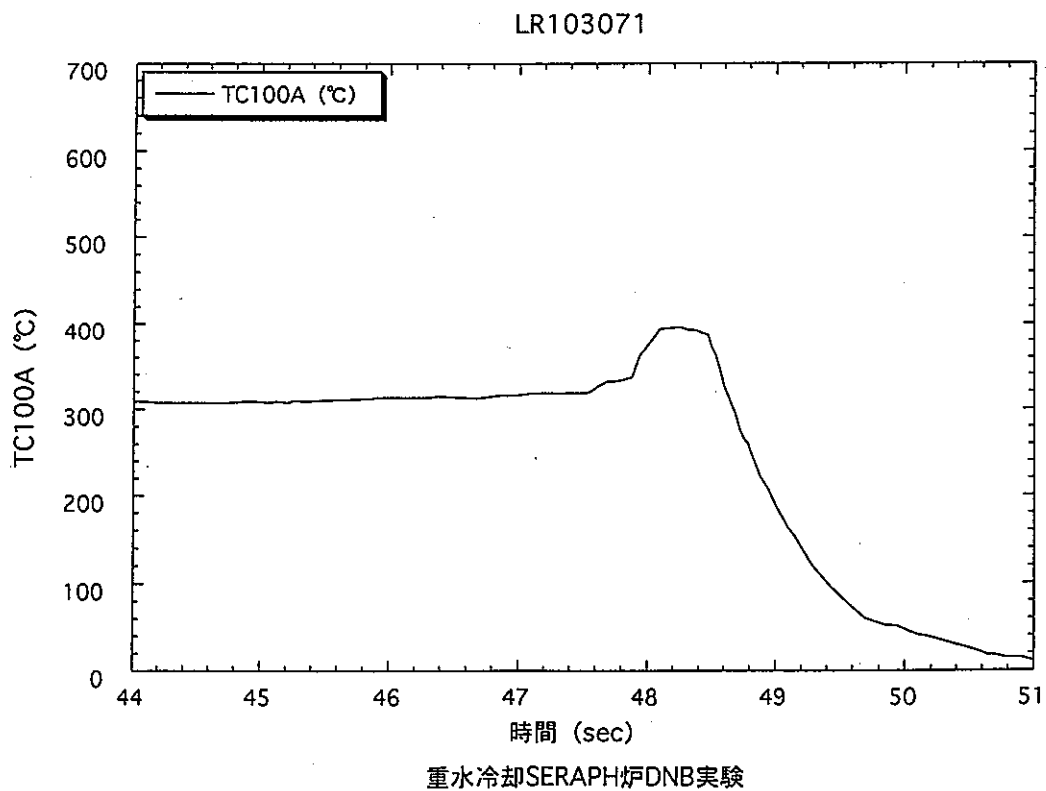
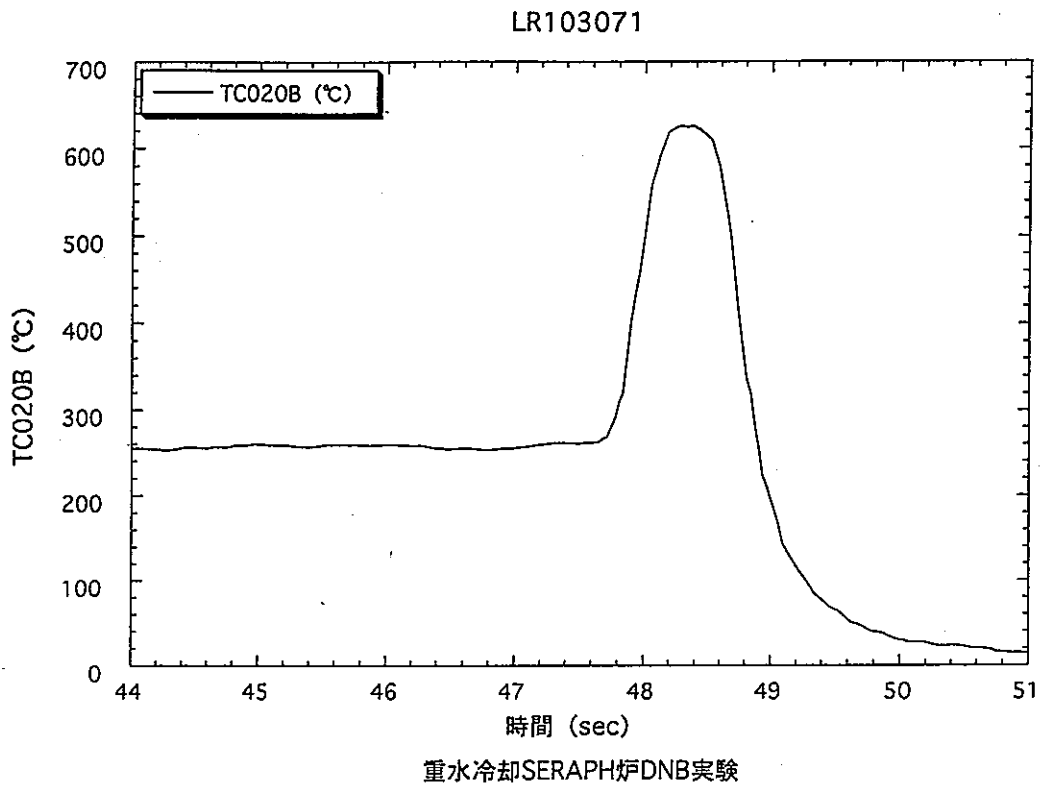
付図1-11 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103082) (TC100B, TC200A)



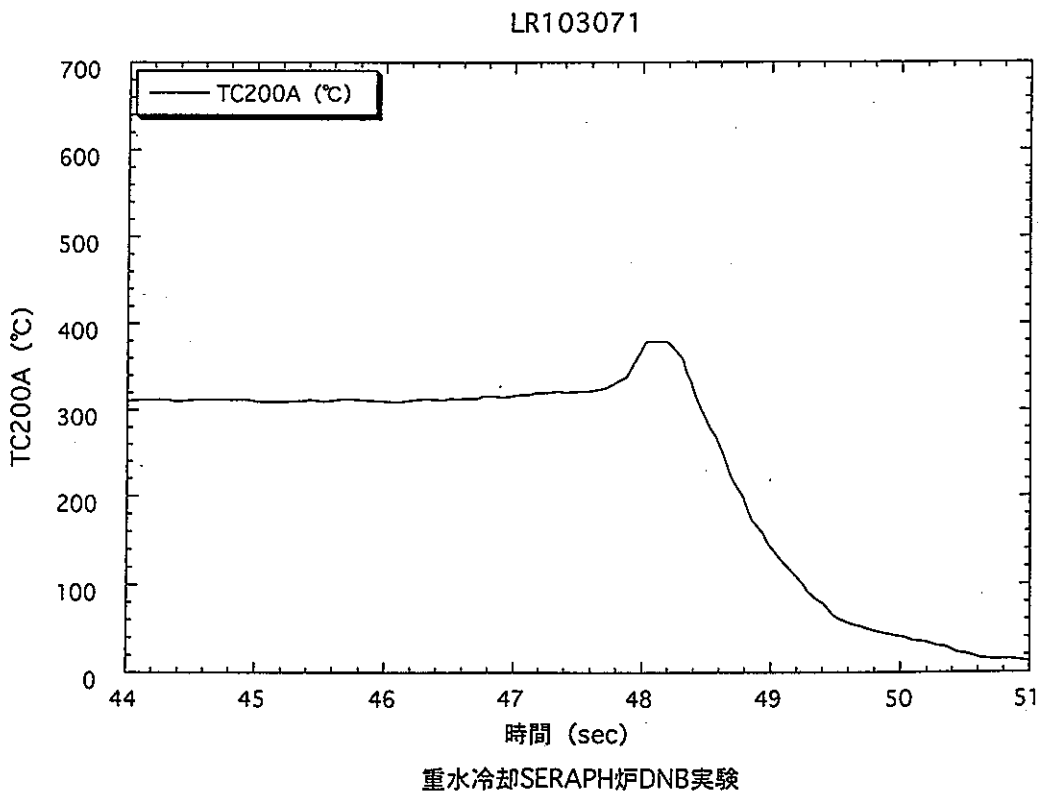
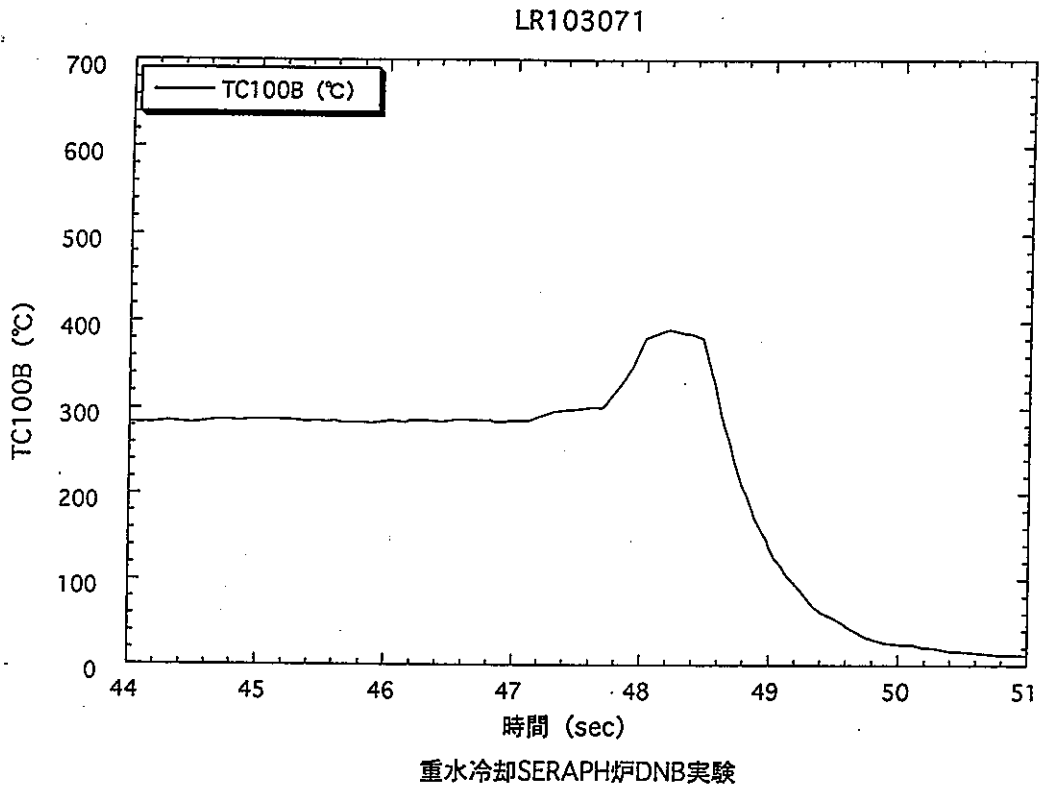
付図 1-12 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103082)
(TC200B, TC400A)



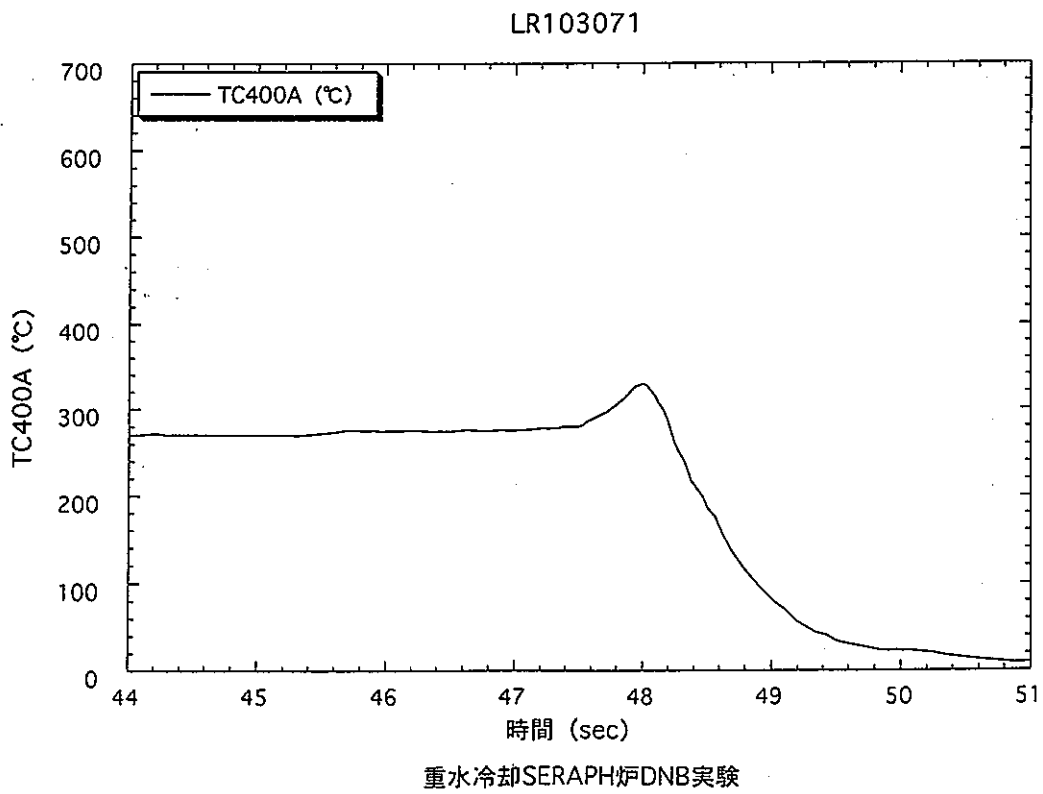
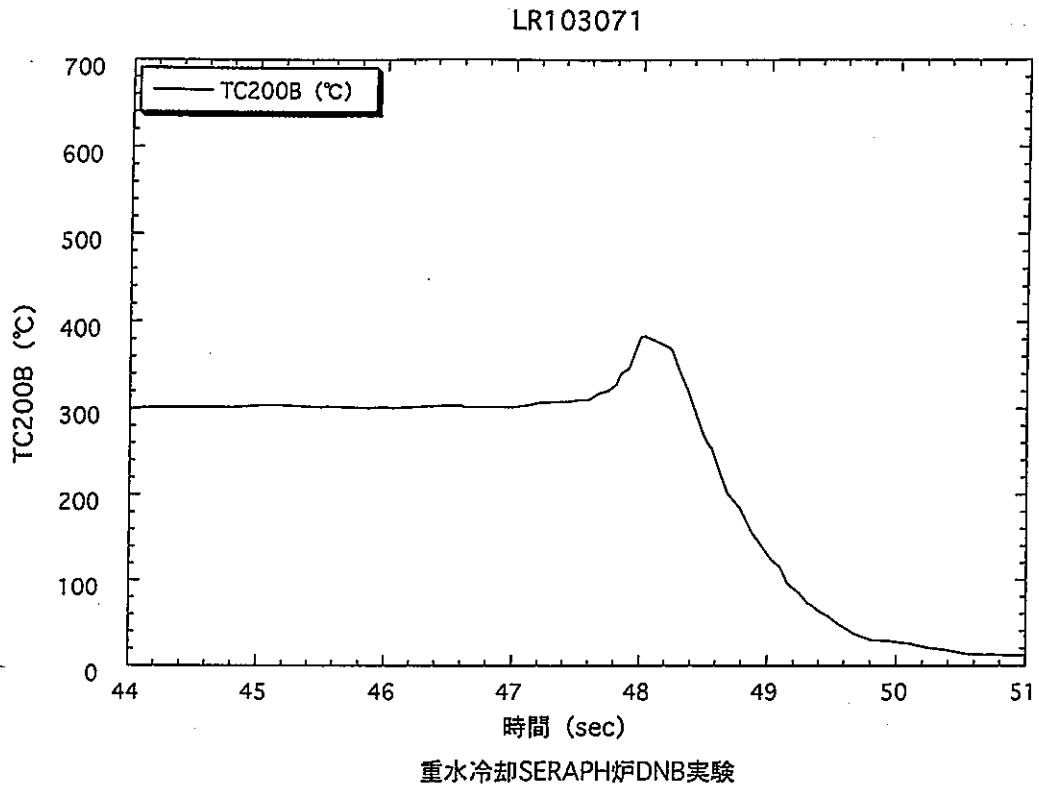
付図 1 - 1 3 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103071)
(上部導電棒内温度, TC020A)



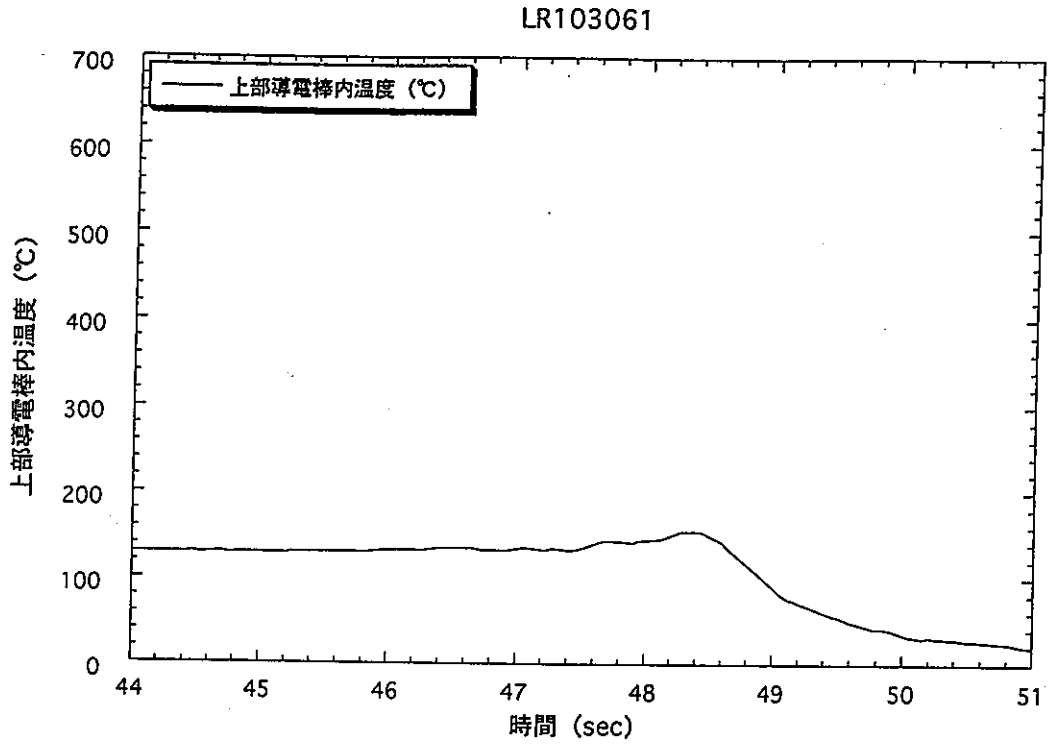
付図 1 - 1 4 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103071)
(TC020B, TC100A)



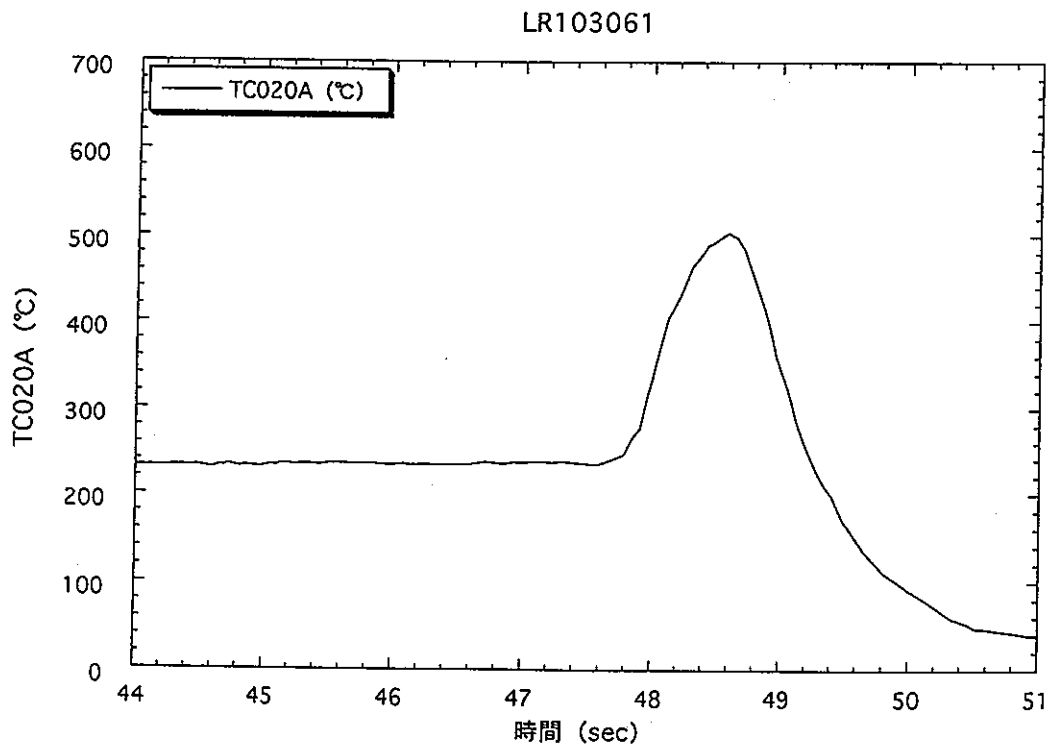
付図 1 - 1 5 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103071)
(TC100B, TC200A)



付図1-16 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103071)
(TC200B, TC400A)

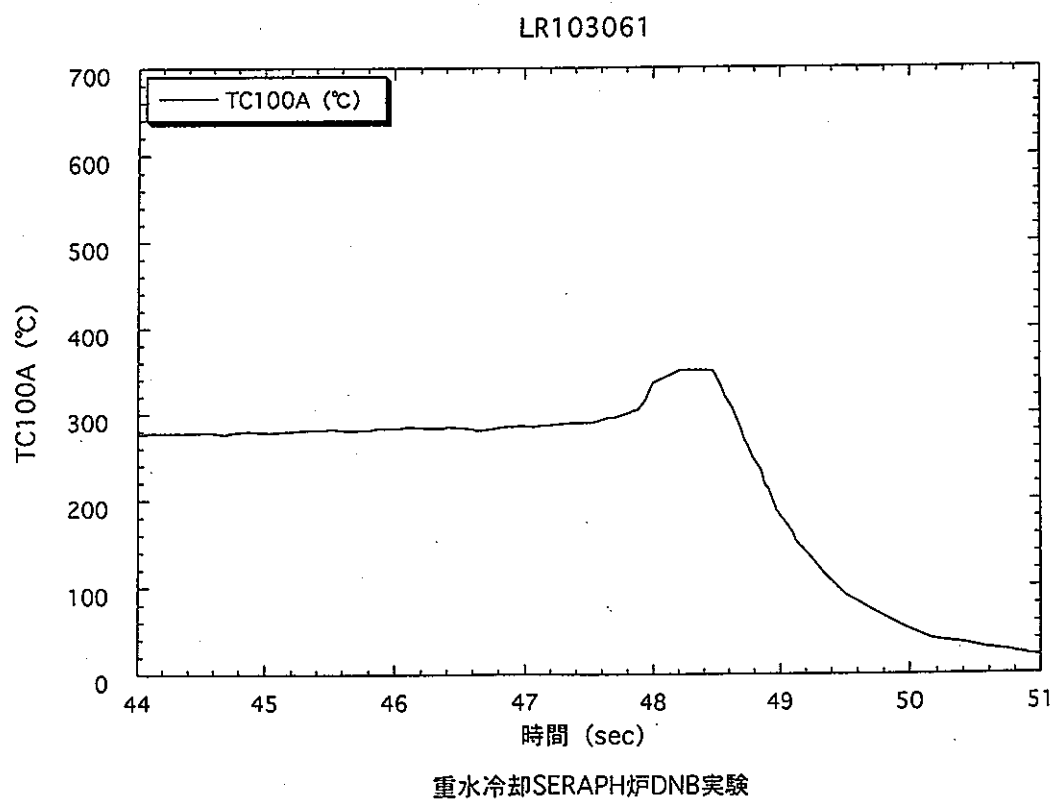
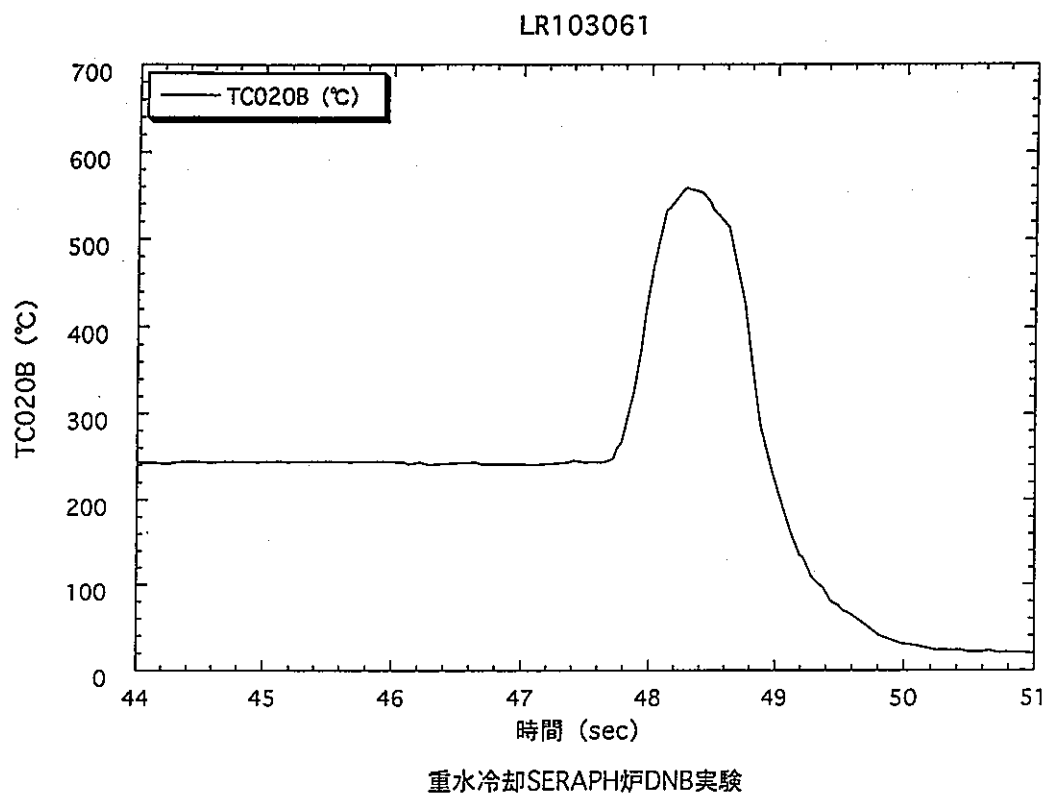


重水冷却SERAPH炉DNB実験

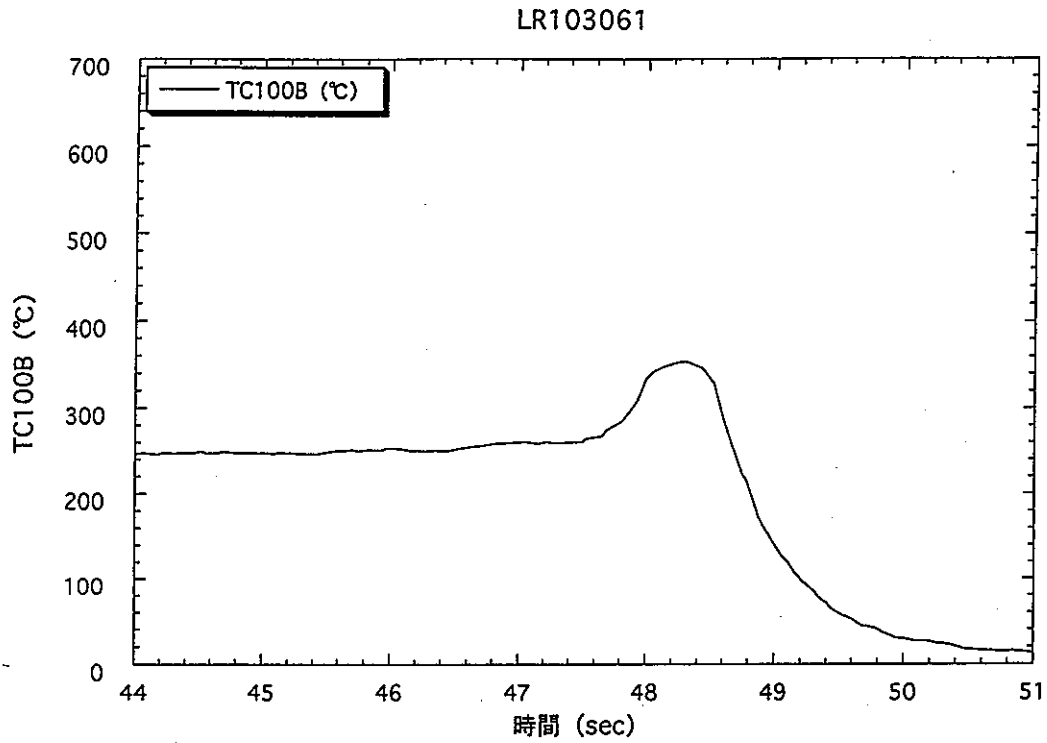


重水冷却SERAPH炉DNB実験

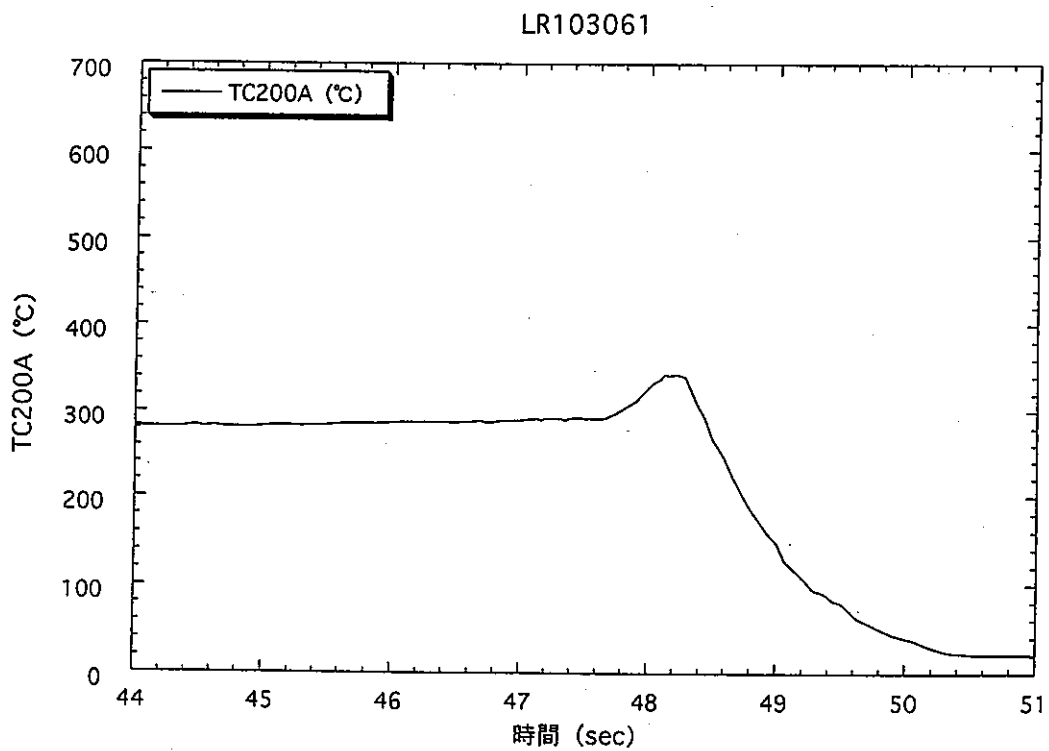
付図1-17 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103061)
(上部導電棒内温度, TC020A)



付図1-18 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103061)
(TC020B, TC100A)

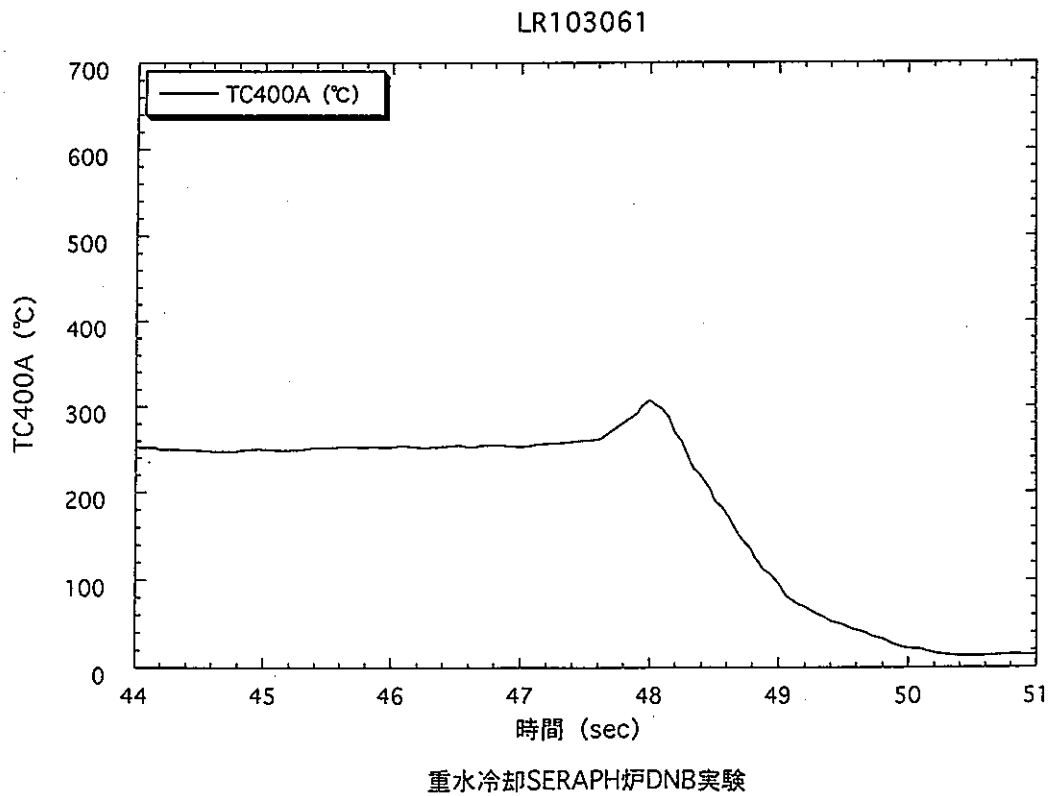
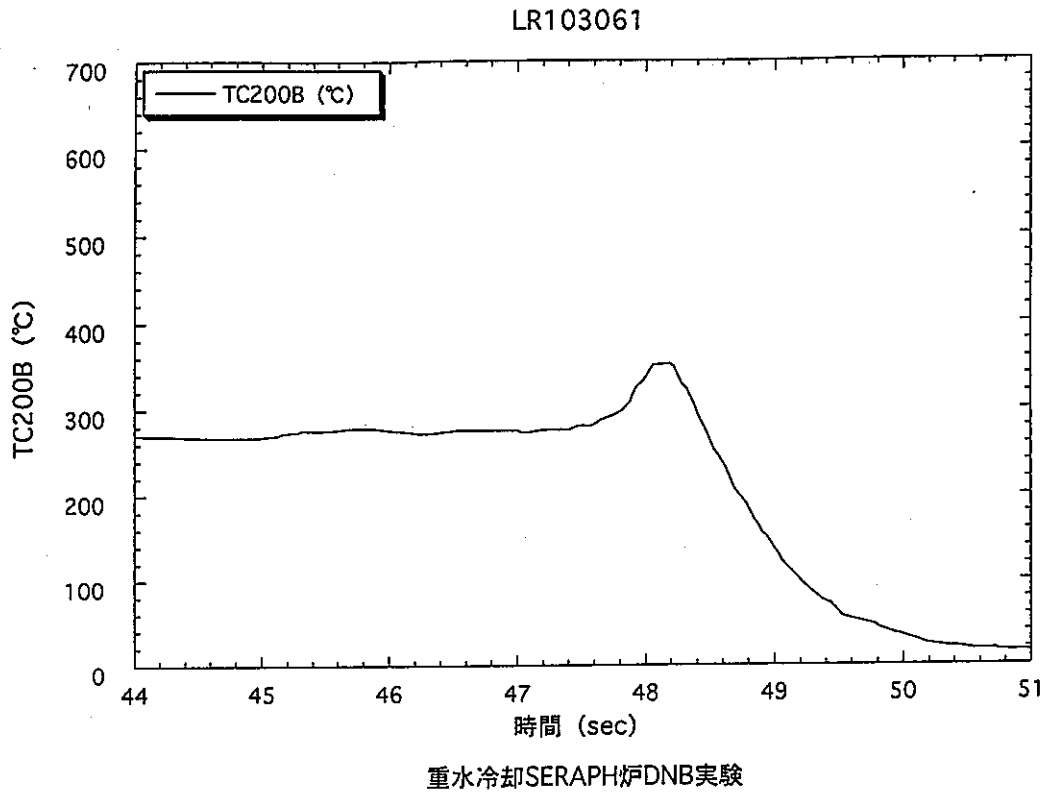


重水冷却SERAPH炉DNB実験

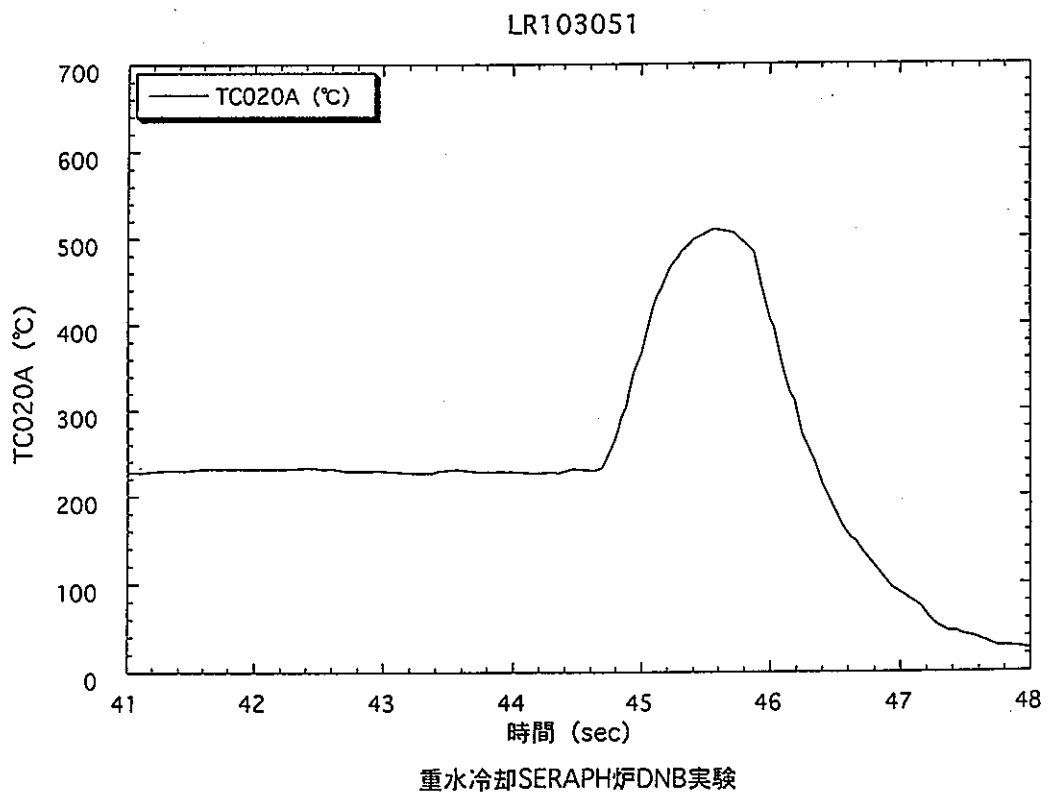
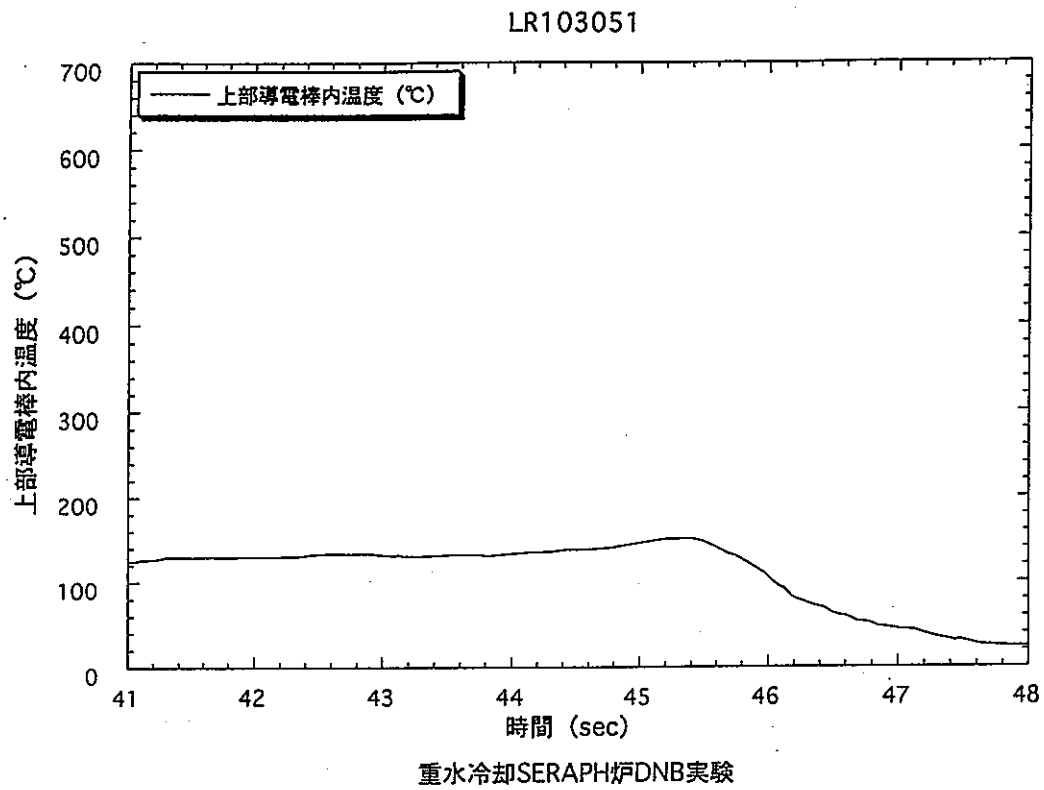


重水冷却SERAPH炉DNB実験

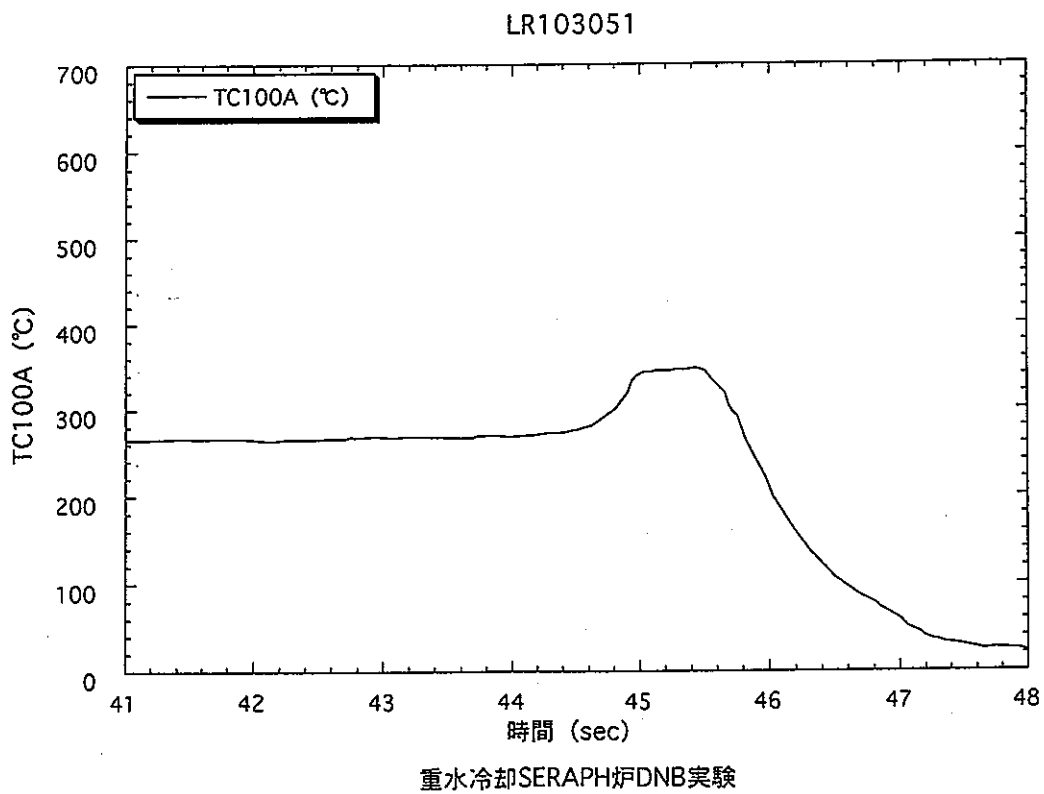
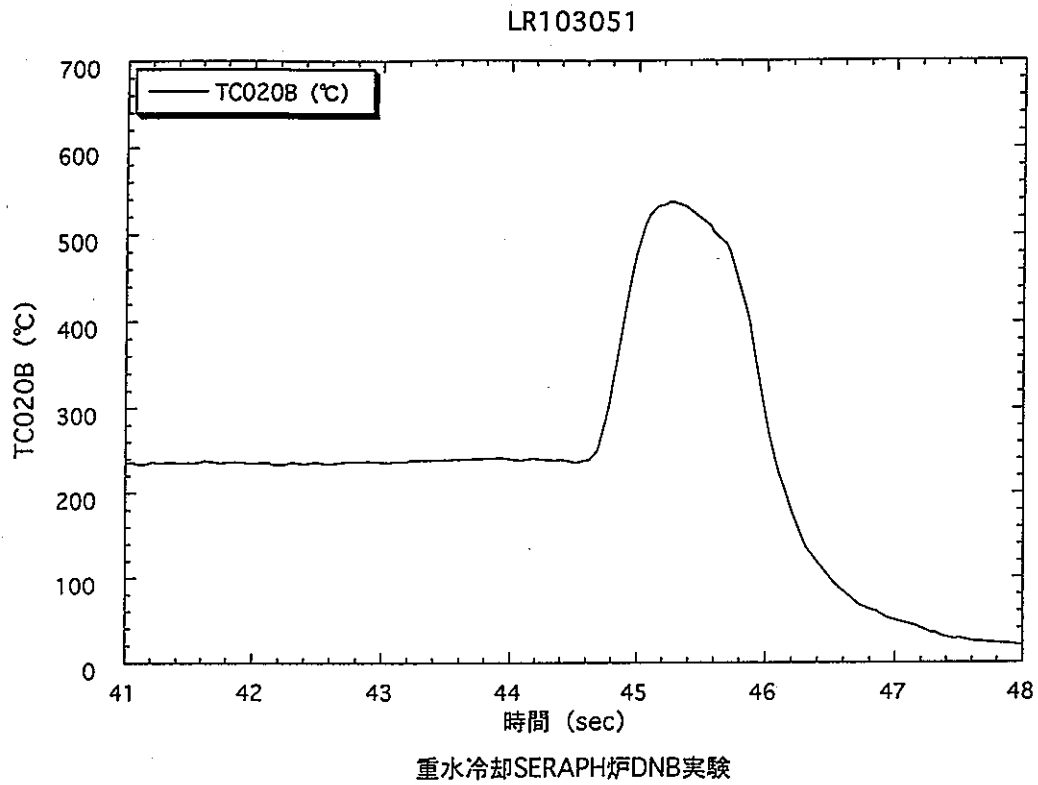
付図 1 - 1 9 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103061)
(TC100B, TC200A)



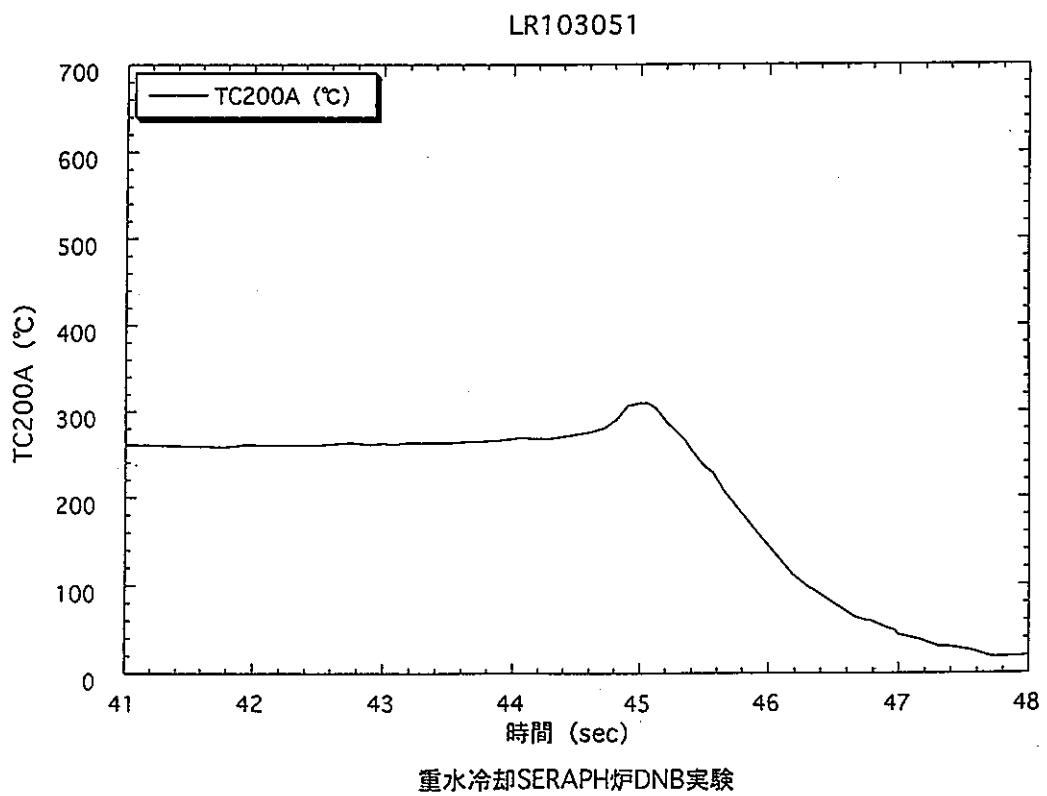
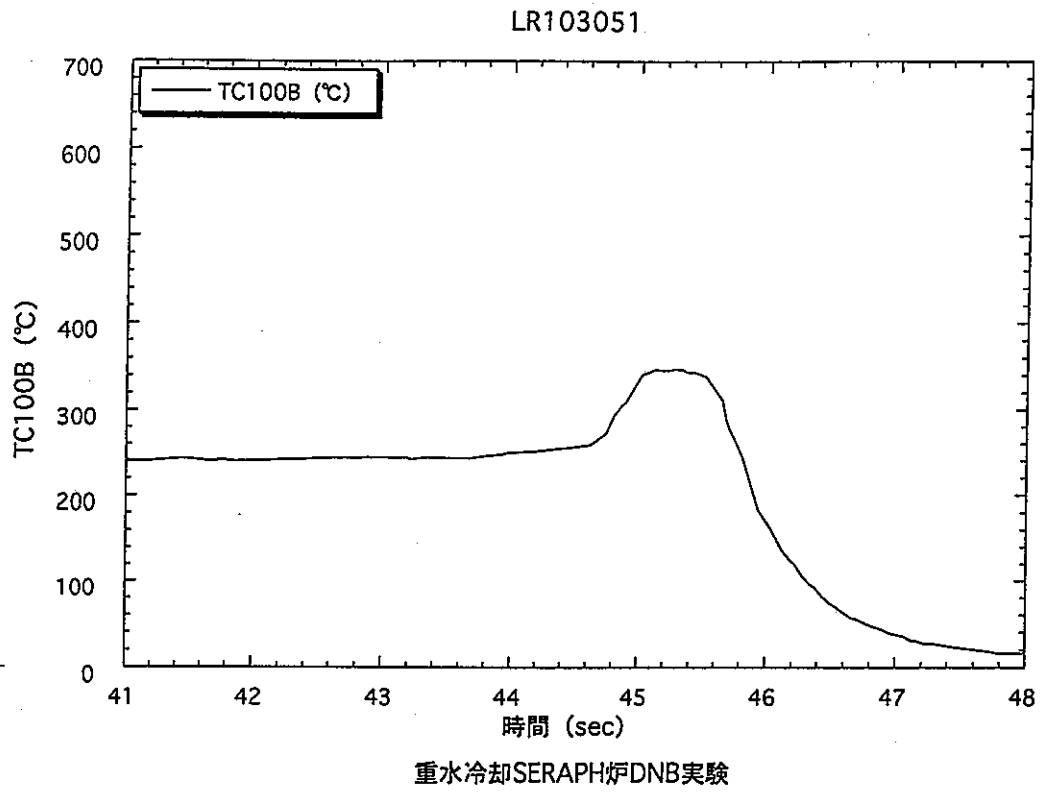
付図1-20 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103061)
(TC200B, TC400A)



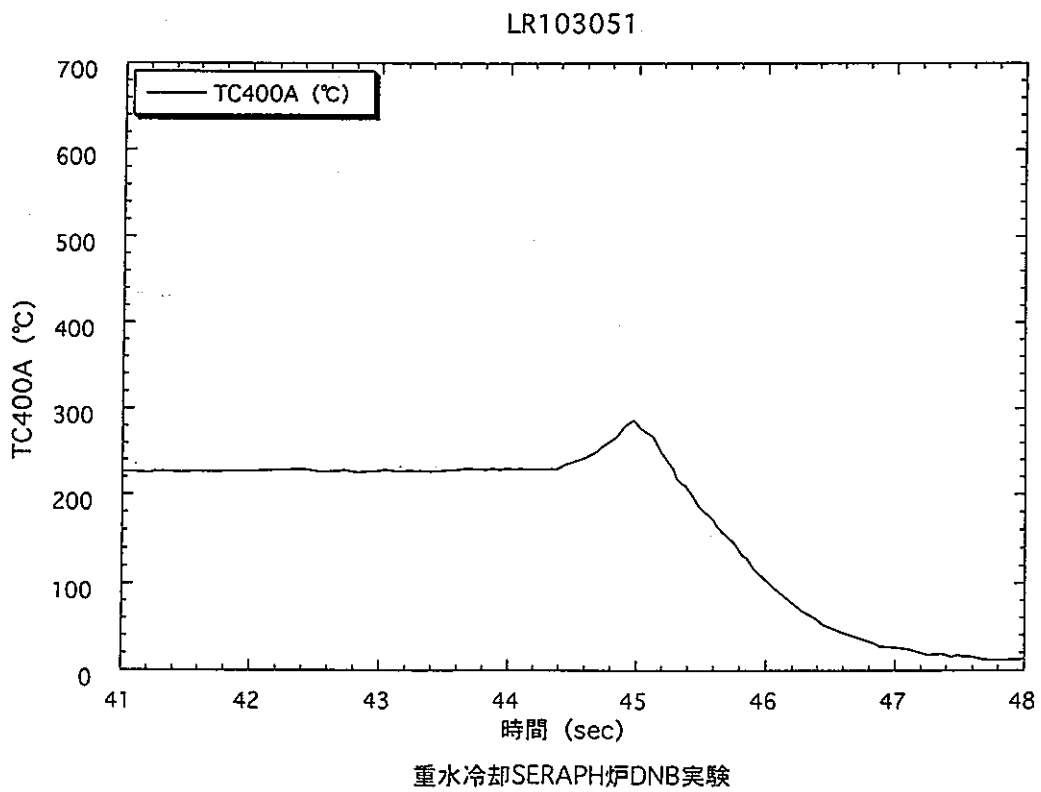
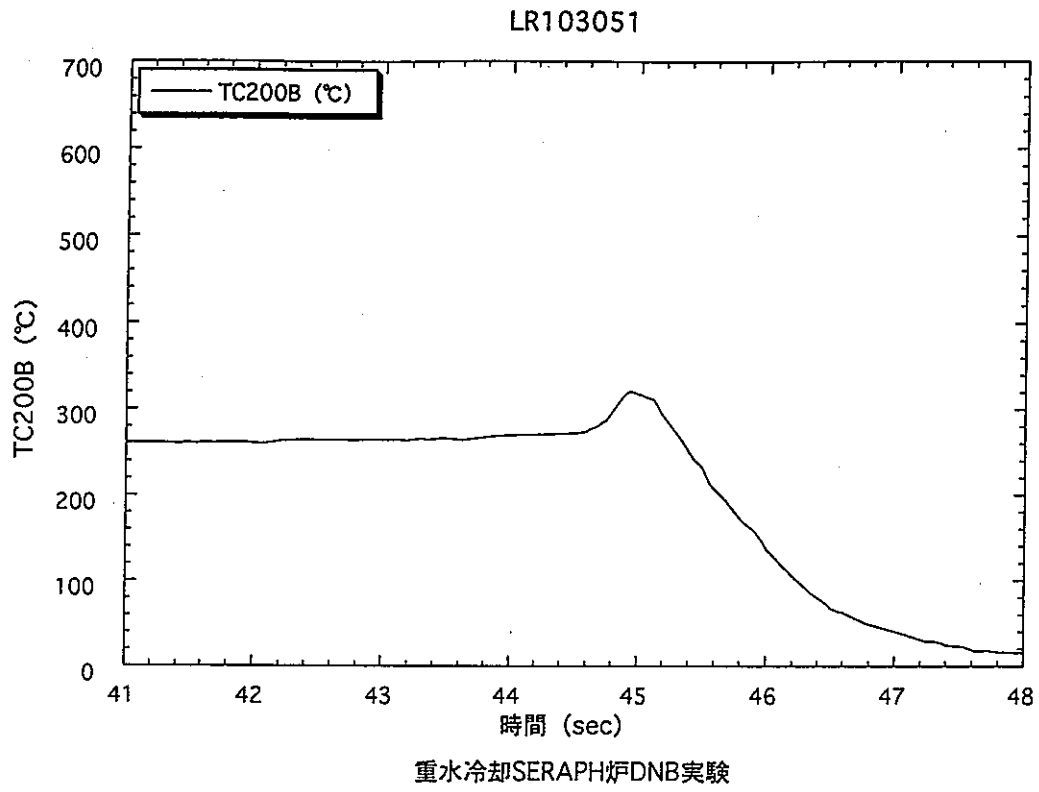
付図1-21 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103051)
(上部導電棒内温度, TC020A)



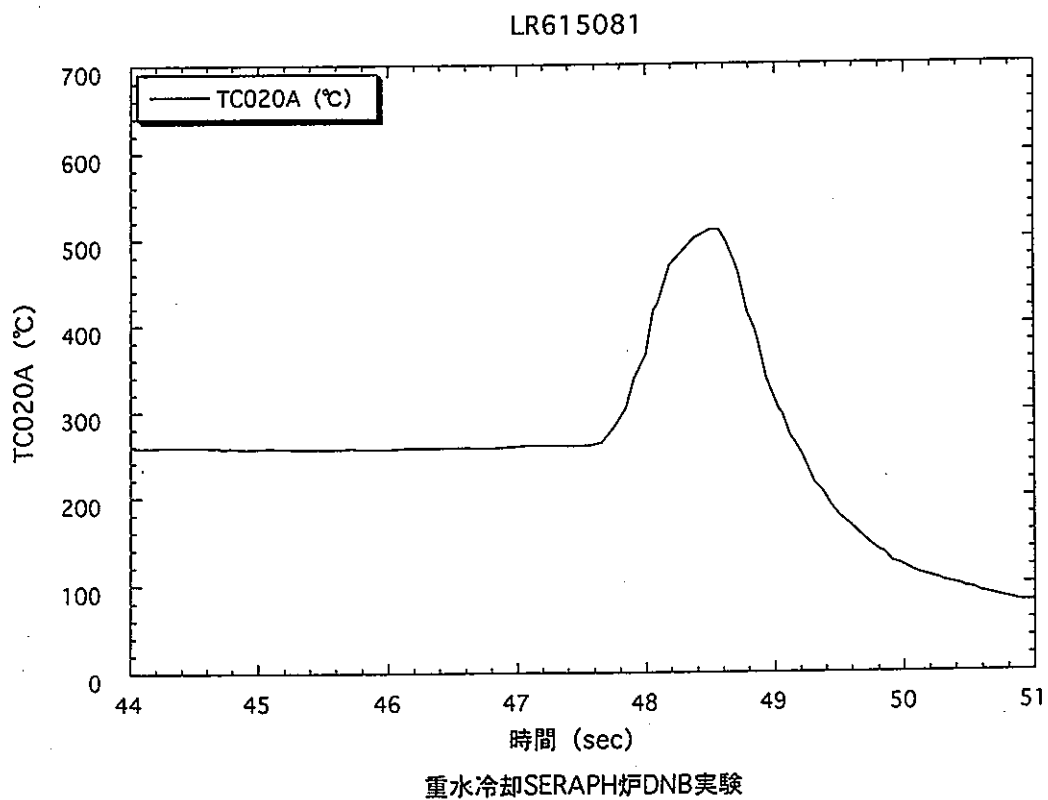
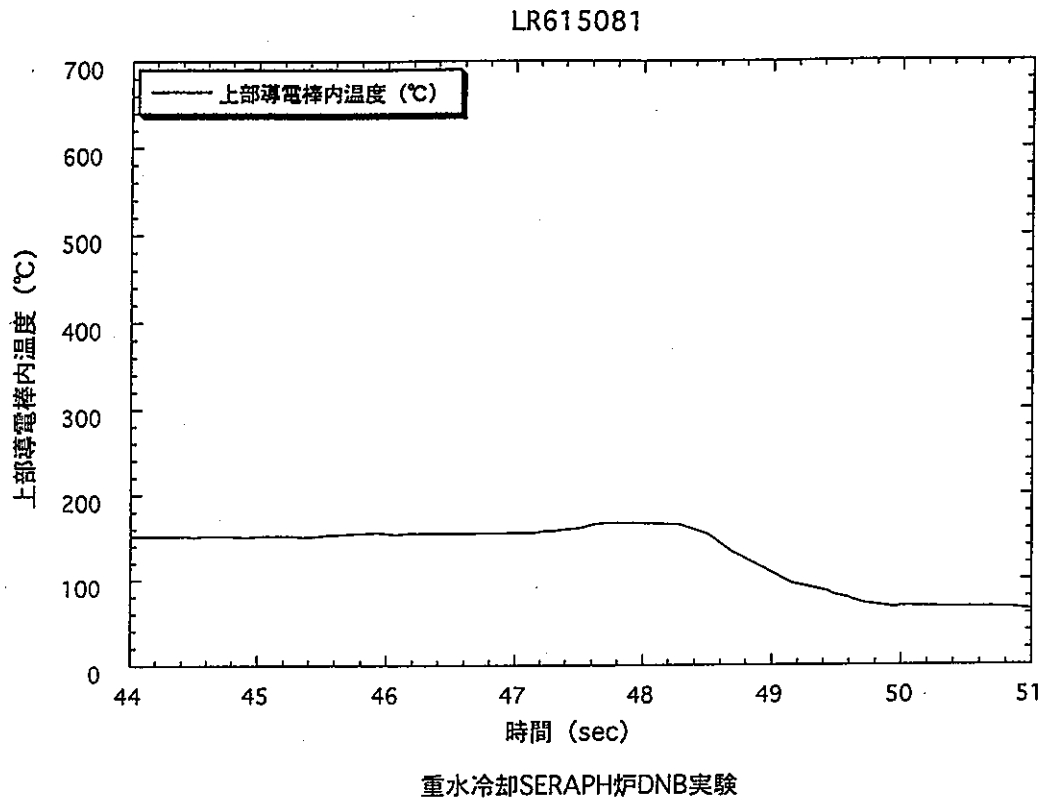
付図1-22 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103051)
(TC020B, TC100A)



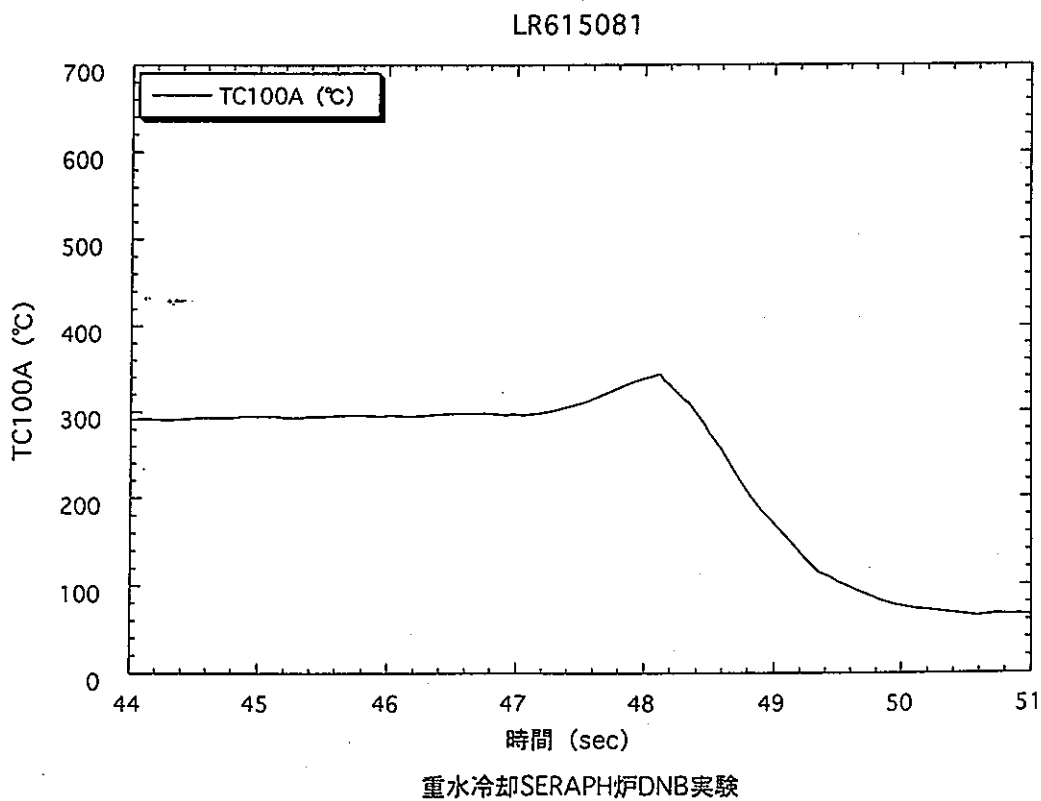
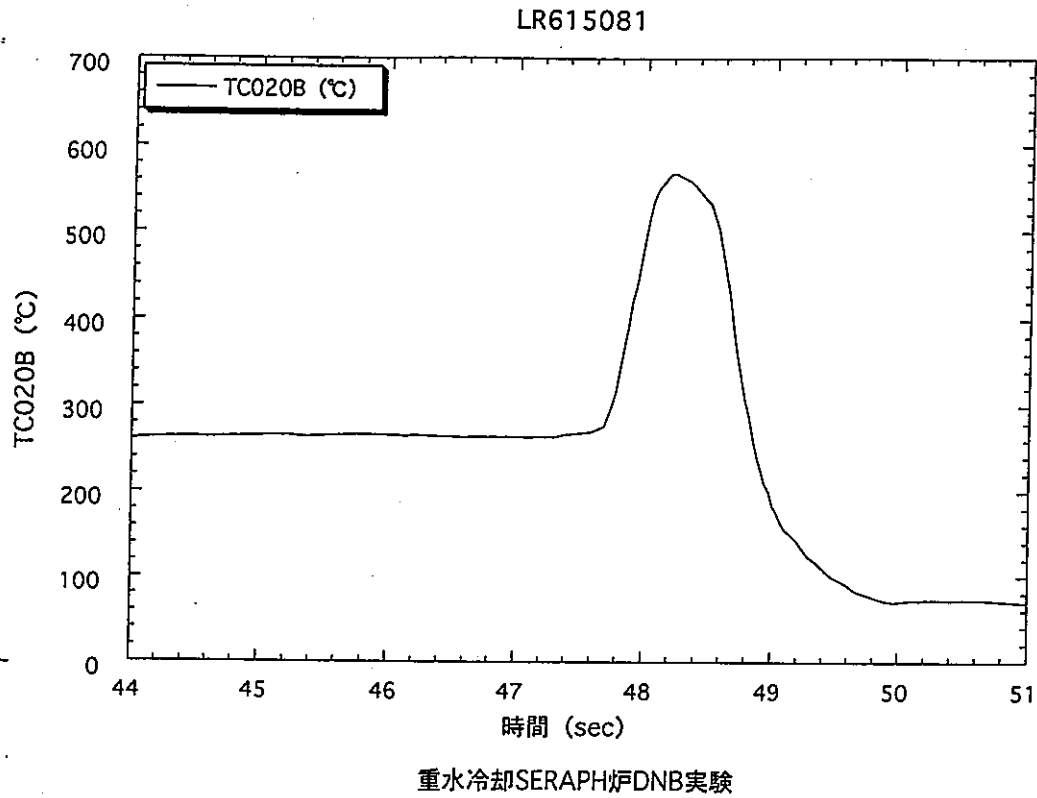
付図1-23 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103051) (TC100B, TC200A)



付図1-24 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR103051)
(TC200B, TC400A)

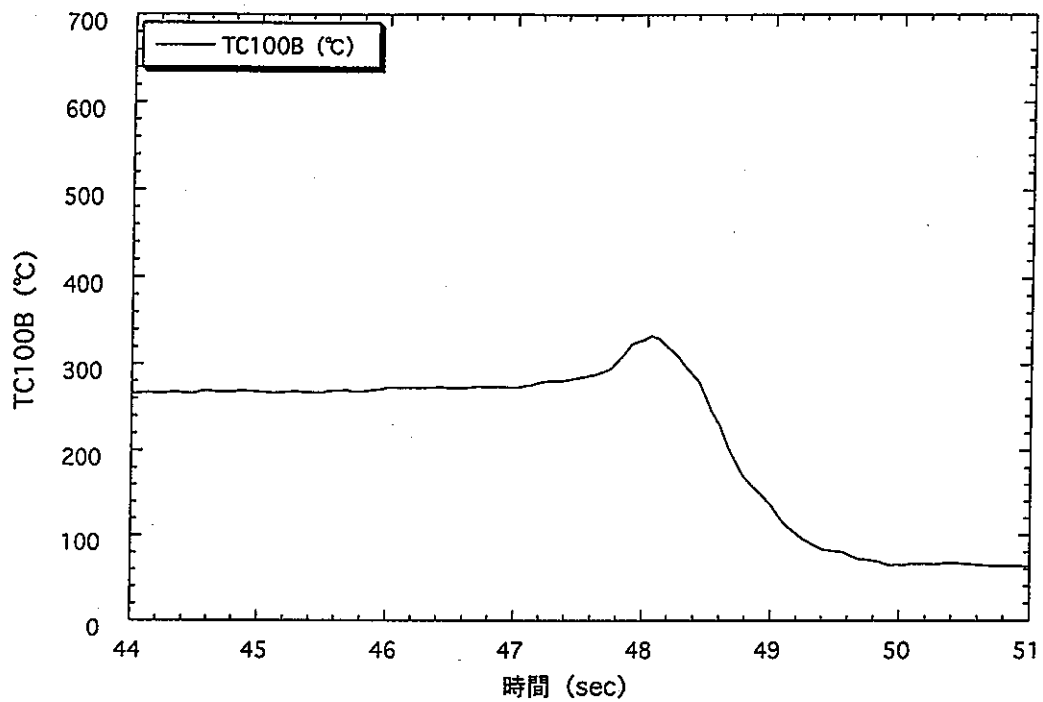


付図1-25 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR615081)
(上部導電棒内温度, TC020A)



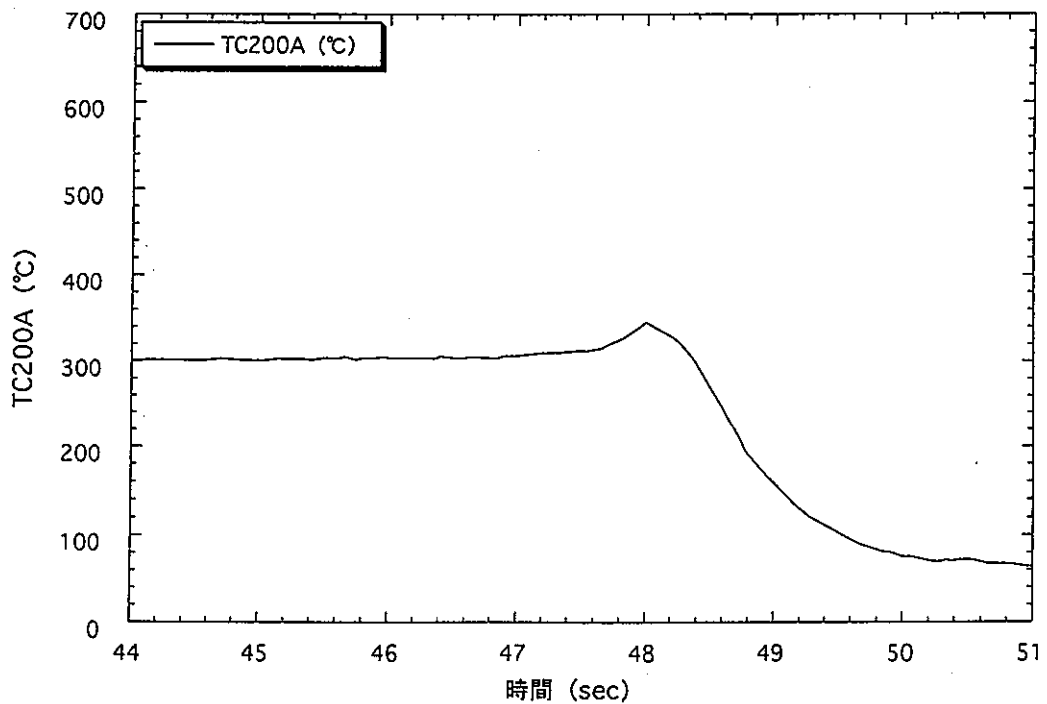
付図1-26 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR615081) (TC020B, TC100A)

LR615081



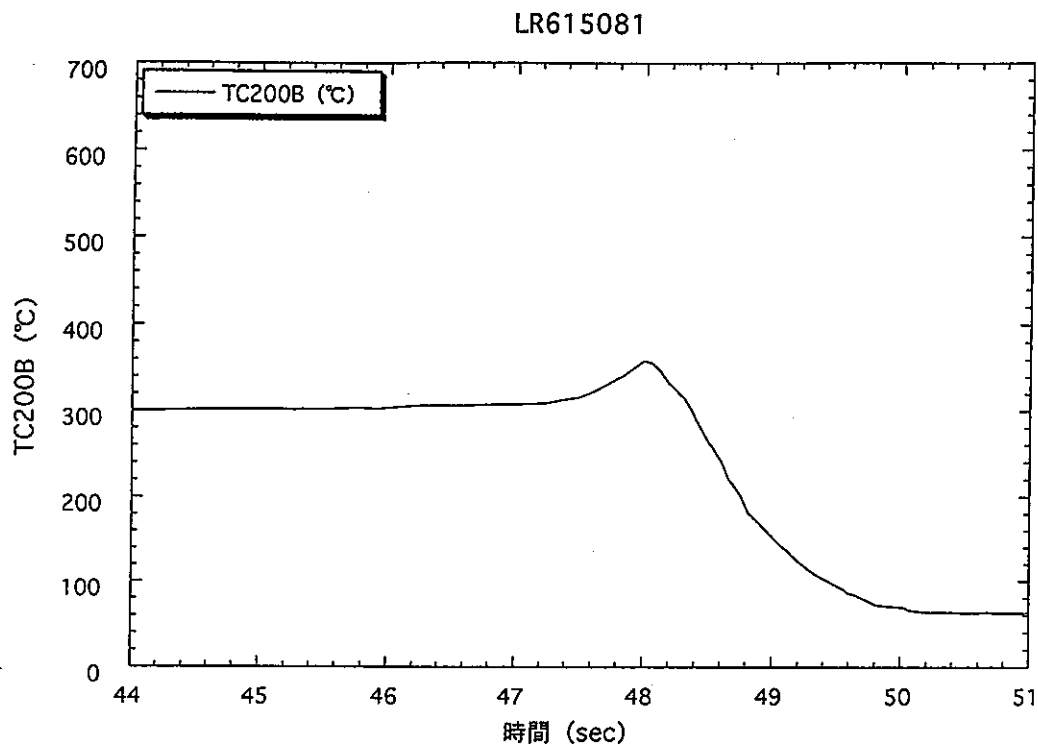
重水冷却SERAPH炉DNB実験

LR615081

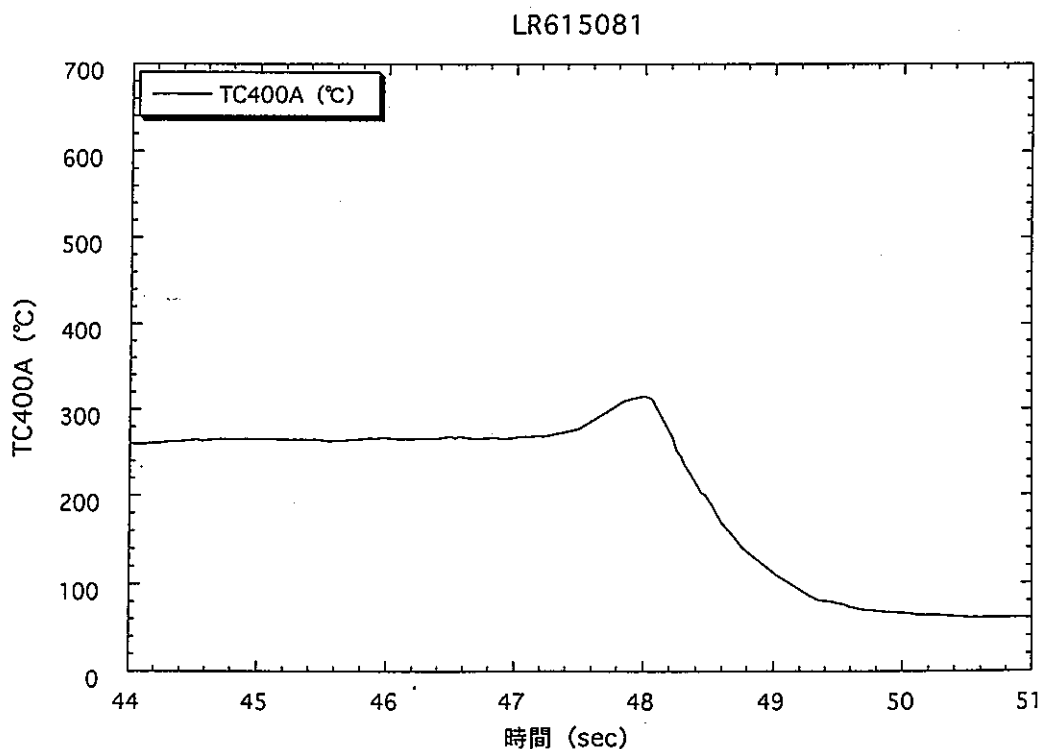


重水冷却SERAPH炉DNB実験

付図1-27 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR615081) (TC100B, TC200A)



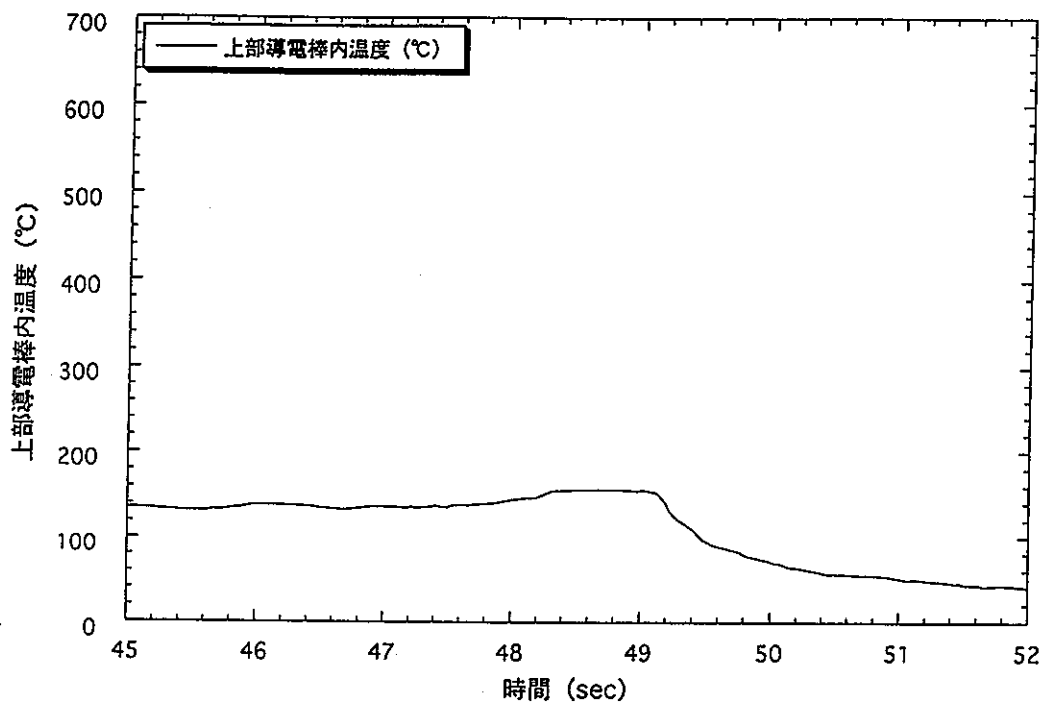
重水冷却SERAPH炉DNB実験



重水冷却SERAPH炉DNB実験

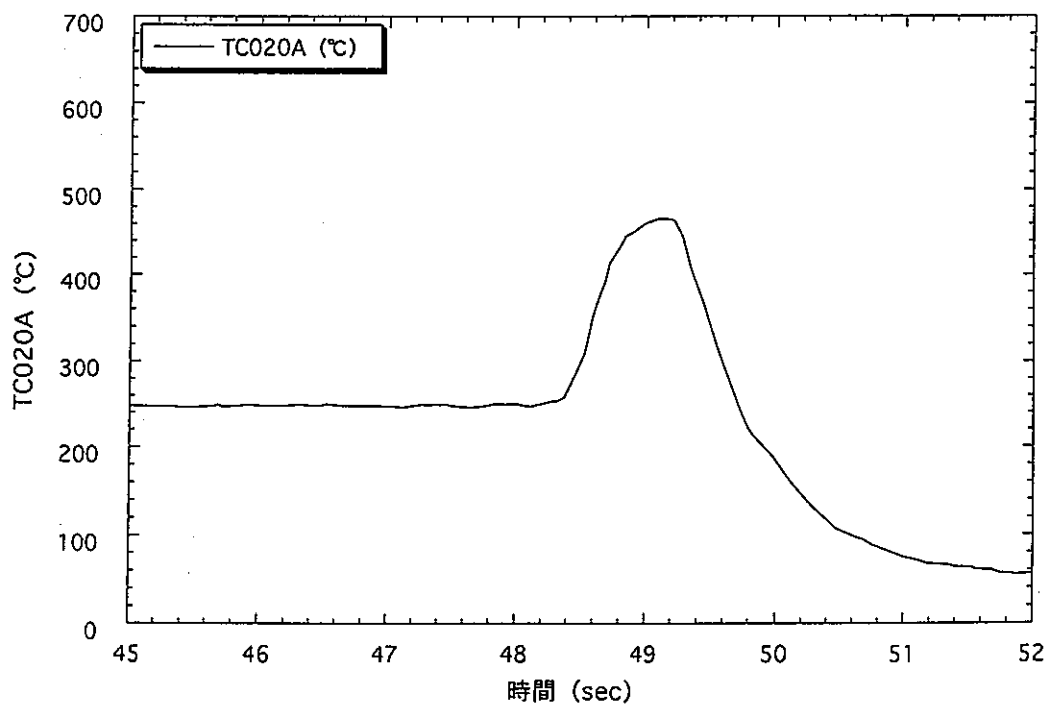
付図1-28 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR615081) (TC200B, TC400A)

LR423081



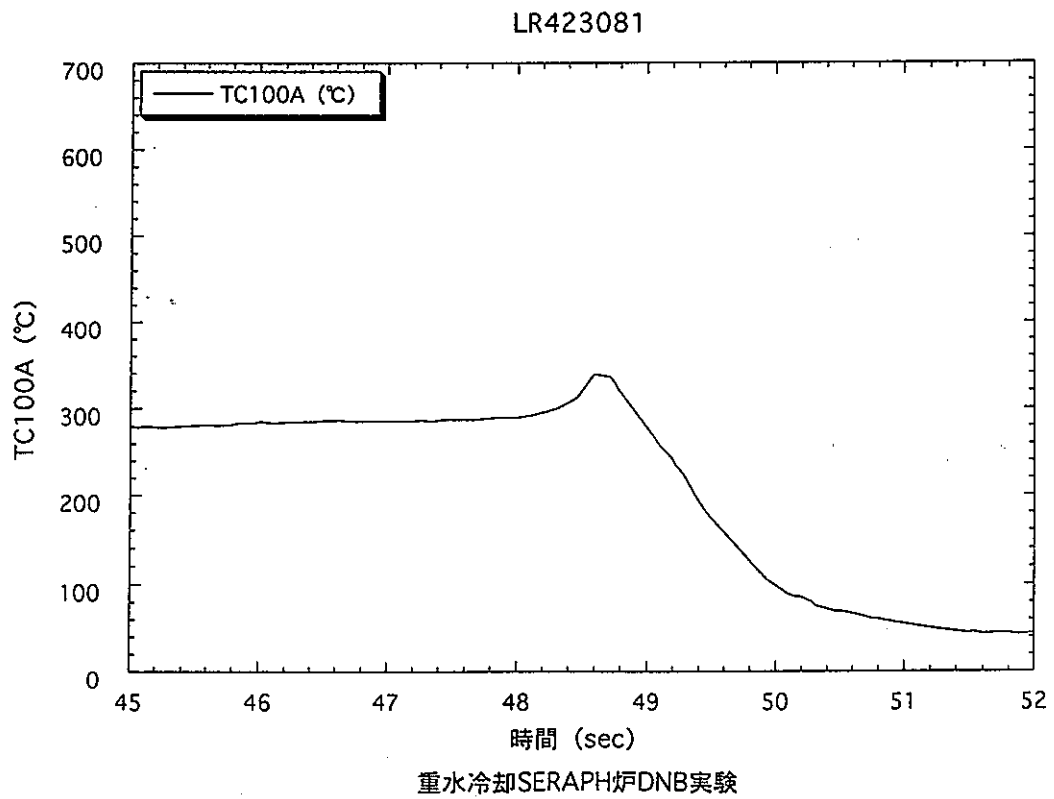
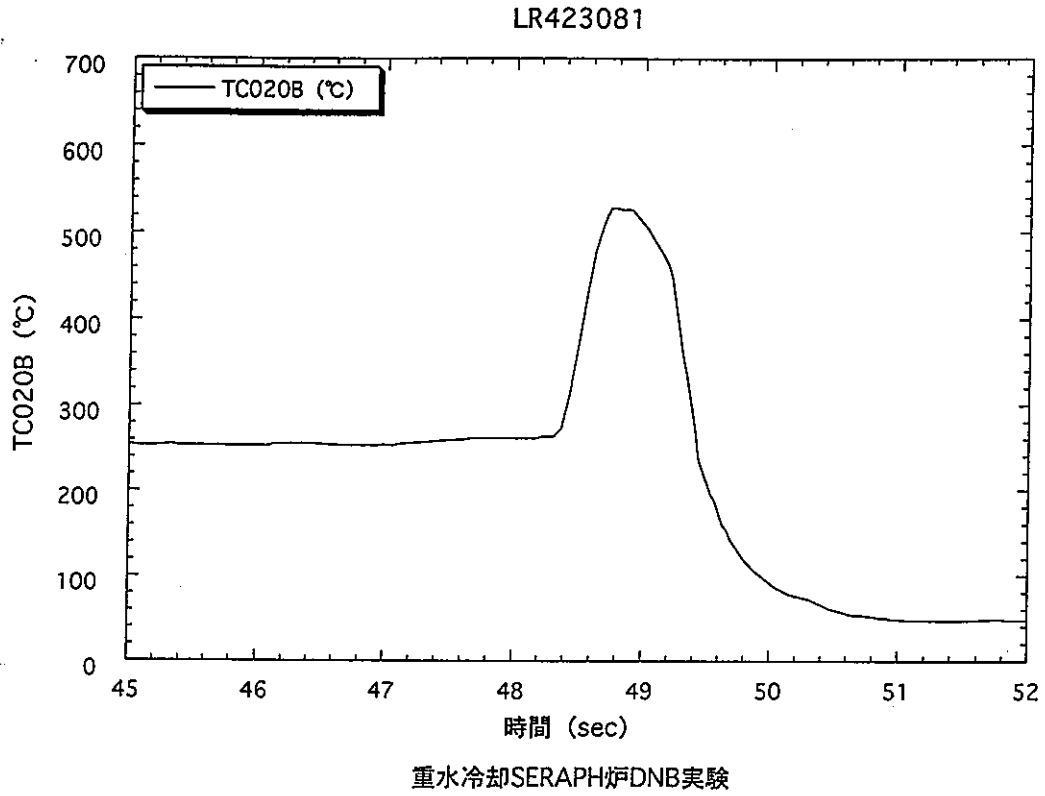
重水冷却SERAPH炉DNB実験

LR423081

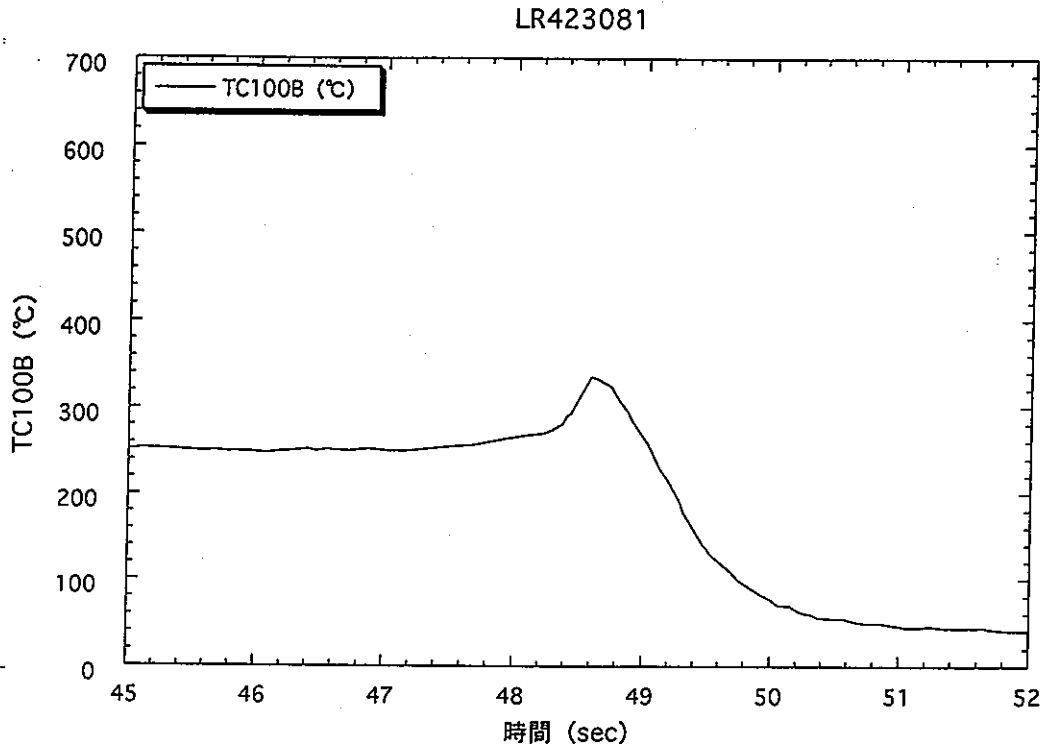


重水冷却SERAPH炉DNB実験

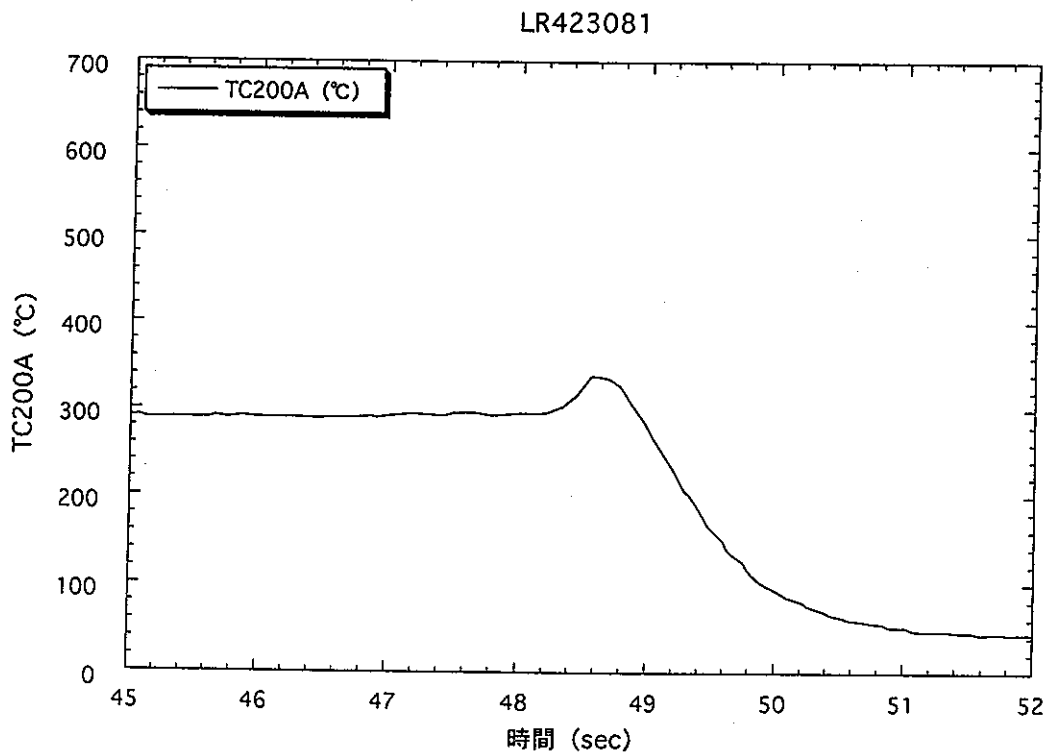
付図 1 - 2 9 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR423081)
(上部導電棒内温度, TC020A)



付図1-30 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR423081)
(TC020B, TC100A)

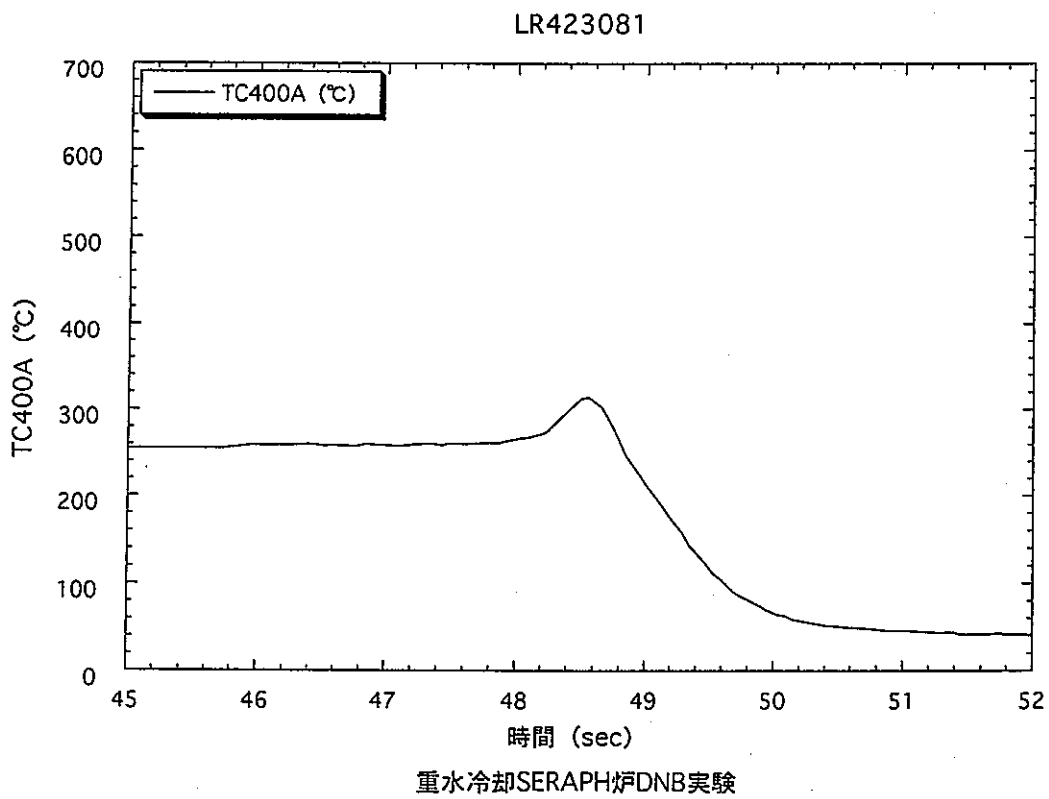
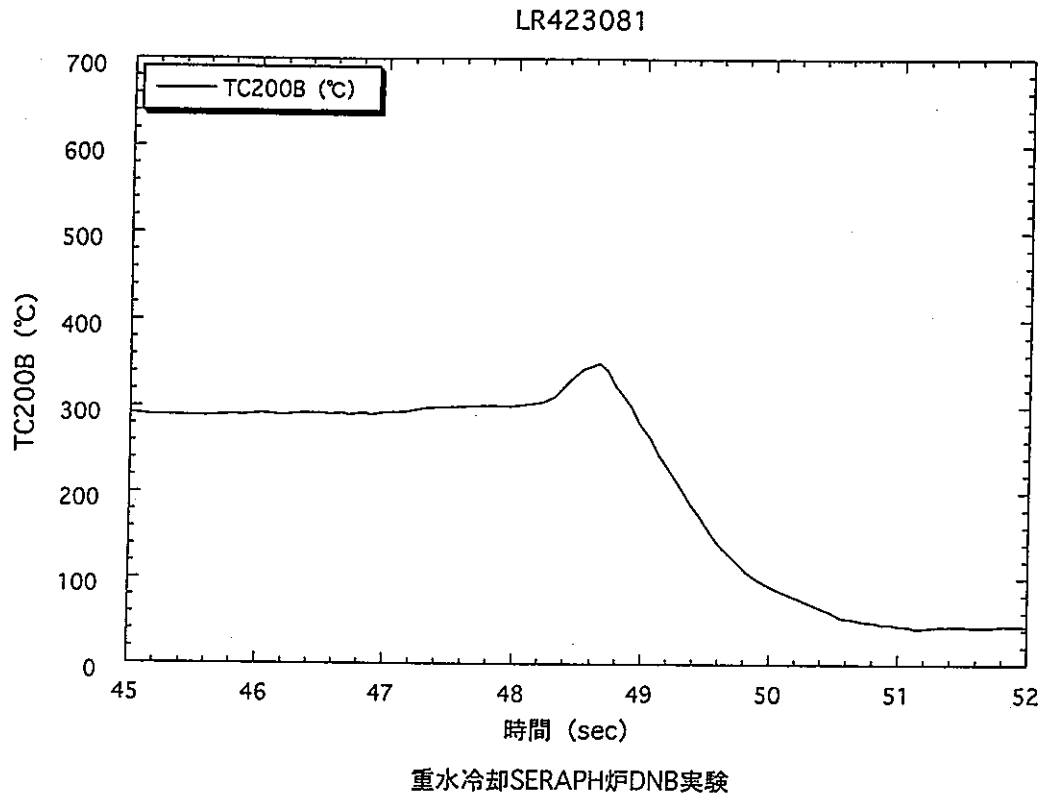


重水冷却SERAPH炉DNB実験

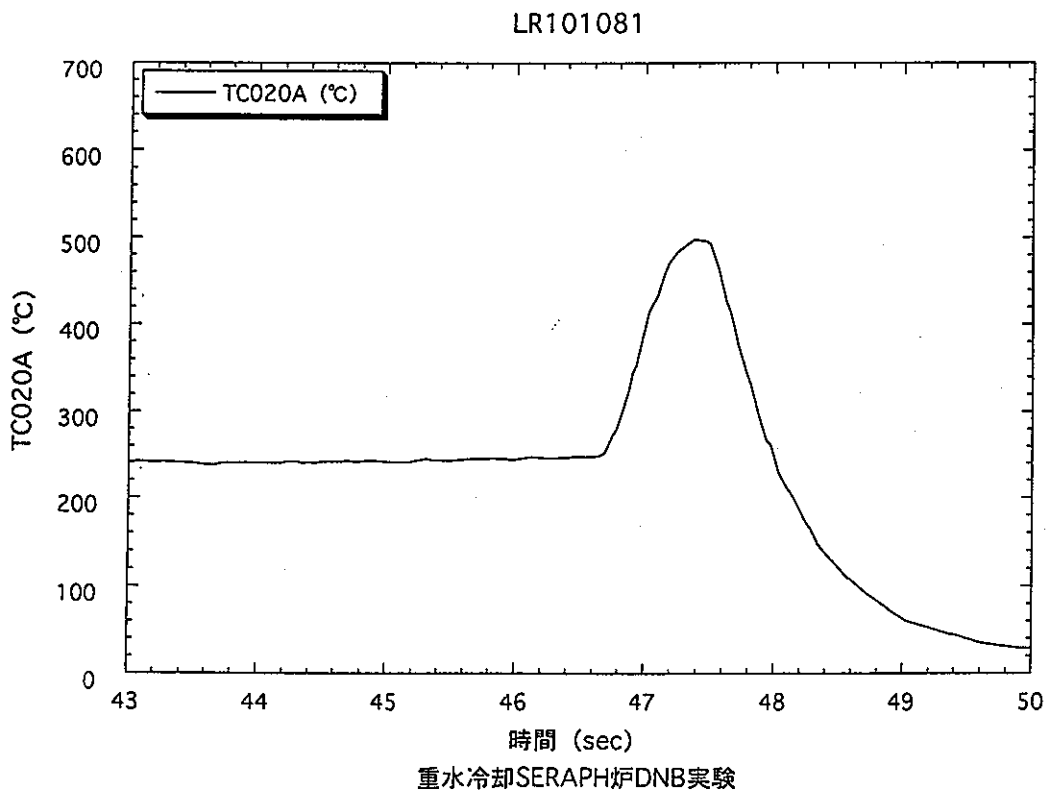
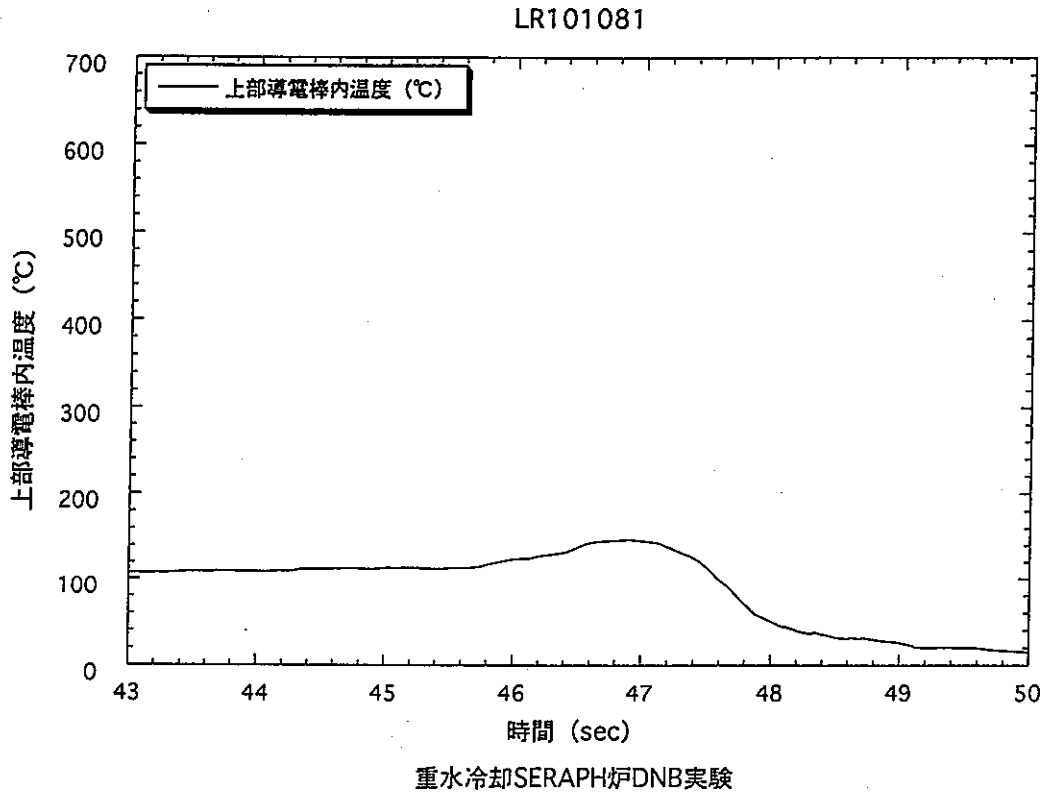


重水冷却SERAPH炉DNB実験

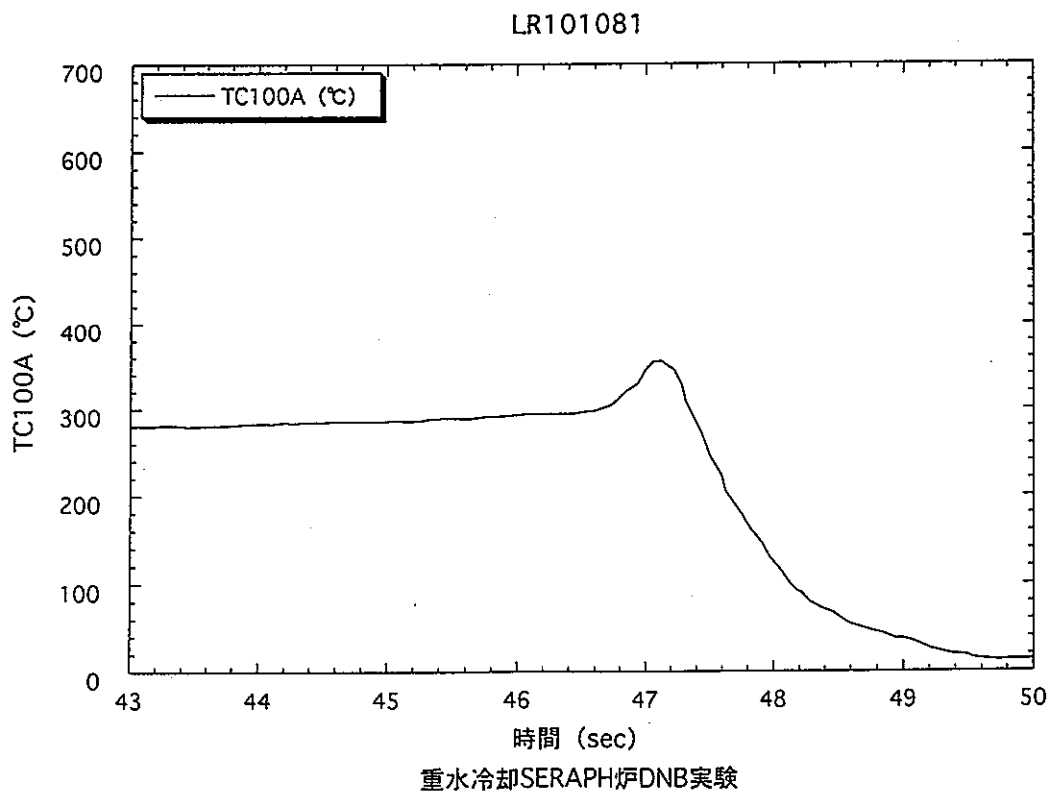
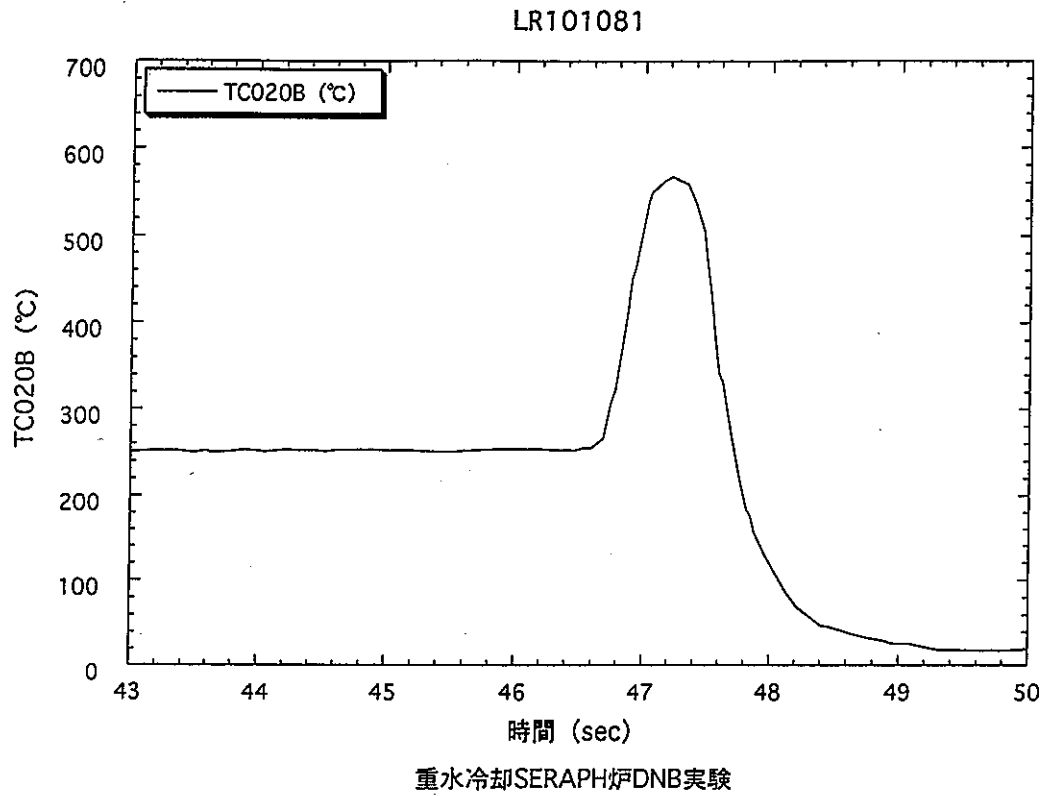
付図 1 - 3 1 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR423081)
(TC100B, TC200A)



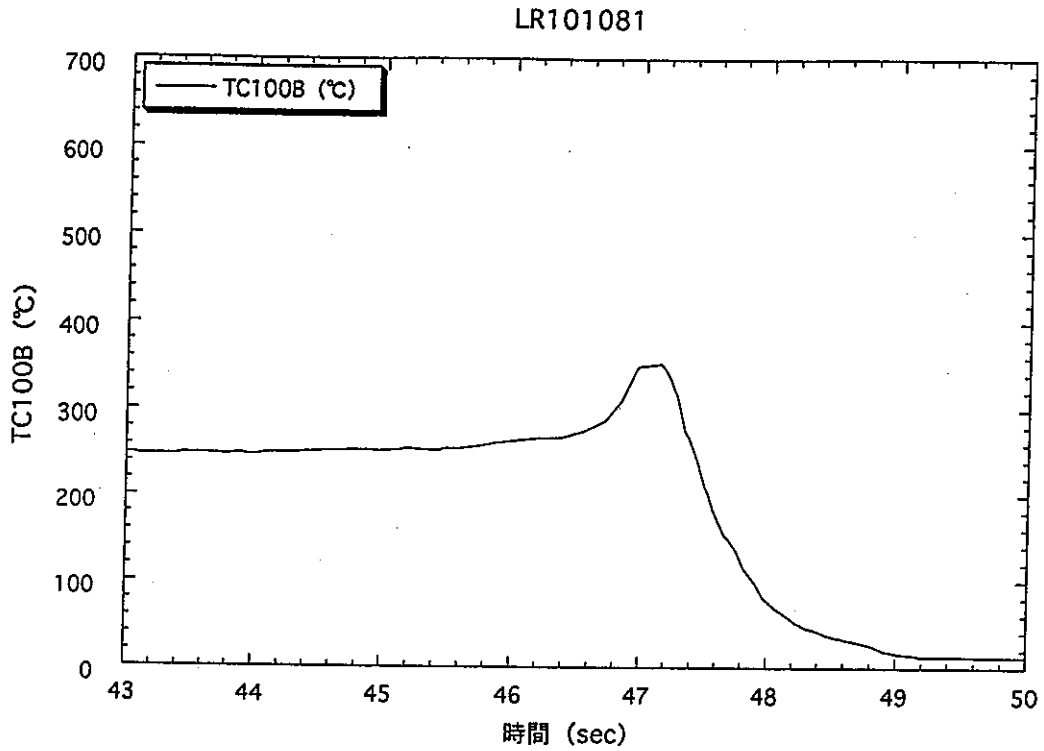
付図 1 - 3 2 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR423081) (TC200B, TC400A)



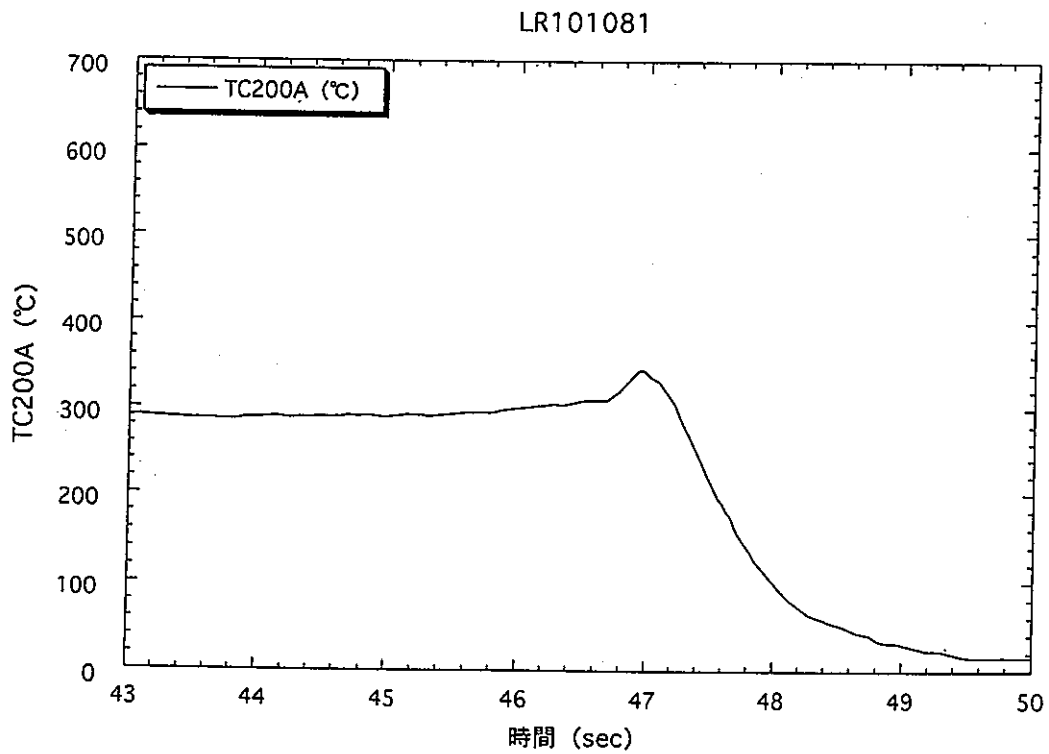
付図 1 - 3 3 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR101081)
(上部導電棒内温度, TC020A)



付図1-34 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR101081) (TC020B, TC100A)

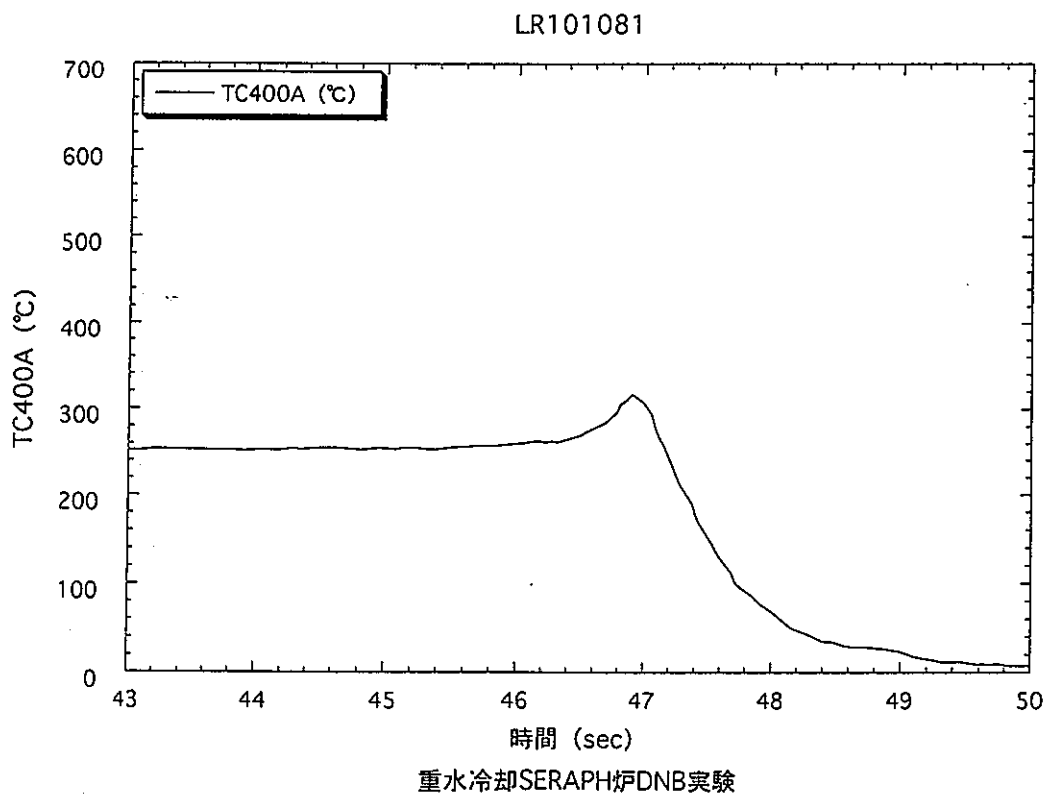
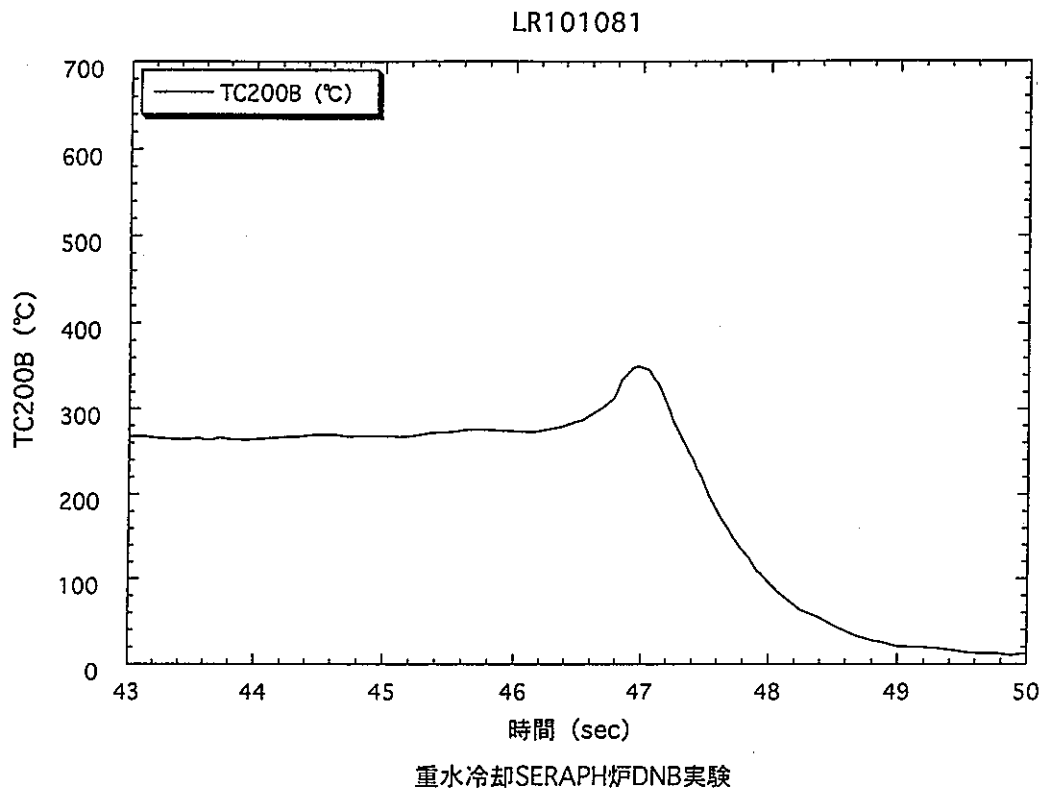


重水冷却SERAPH炉DNB実験

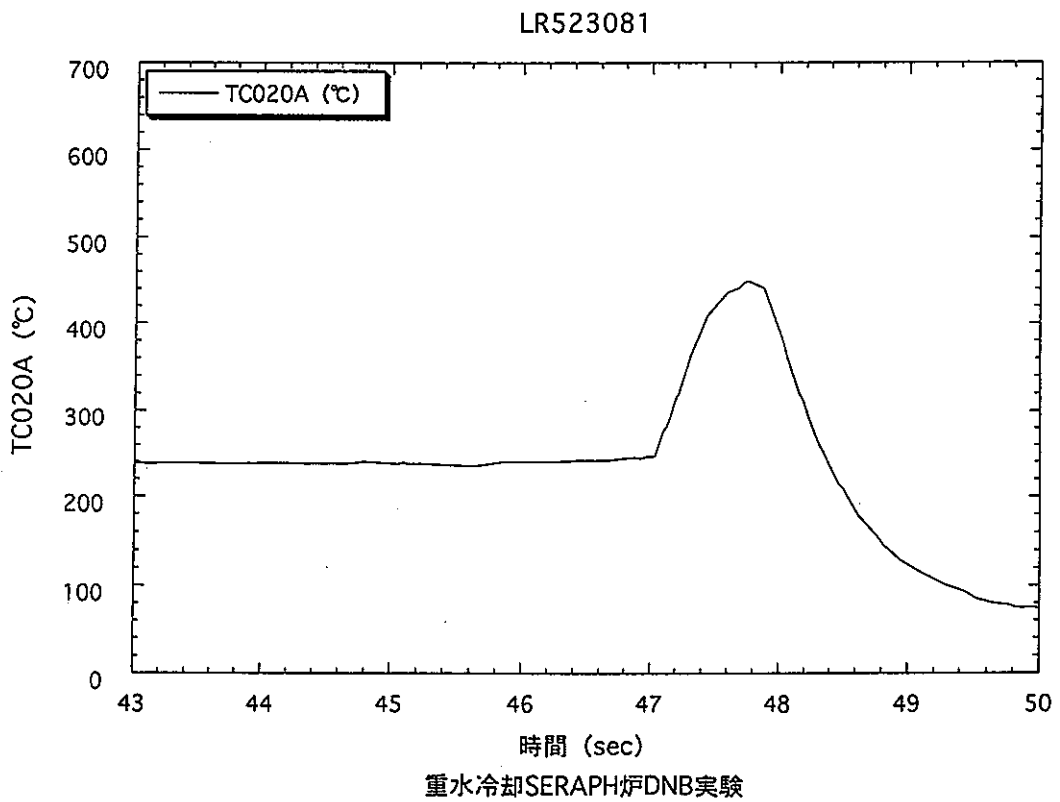
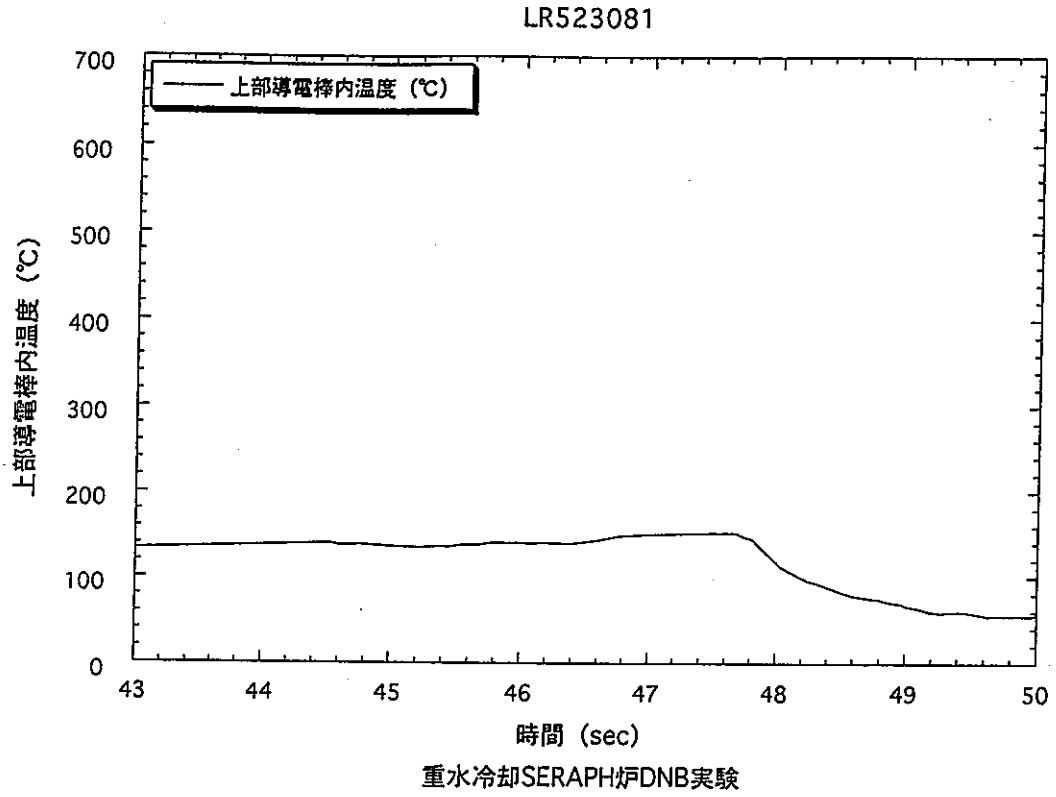


重水冷却SERAPH炉DNB実験

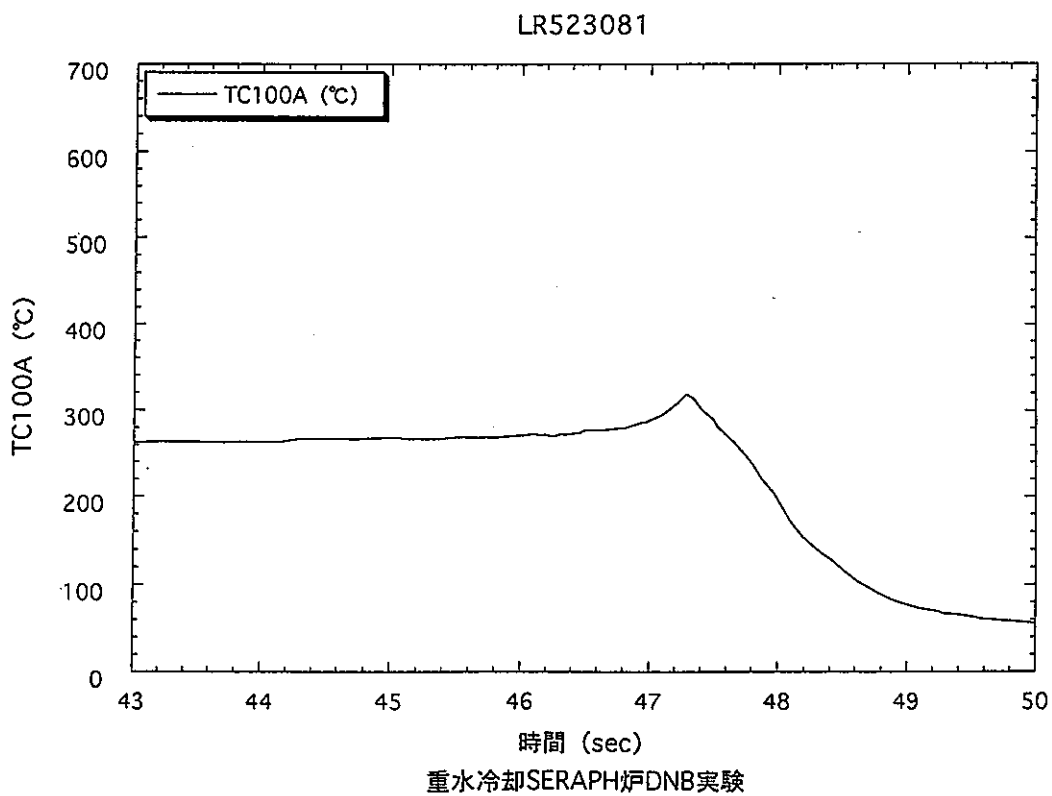
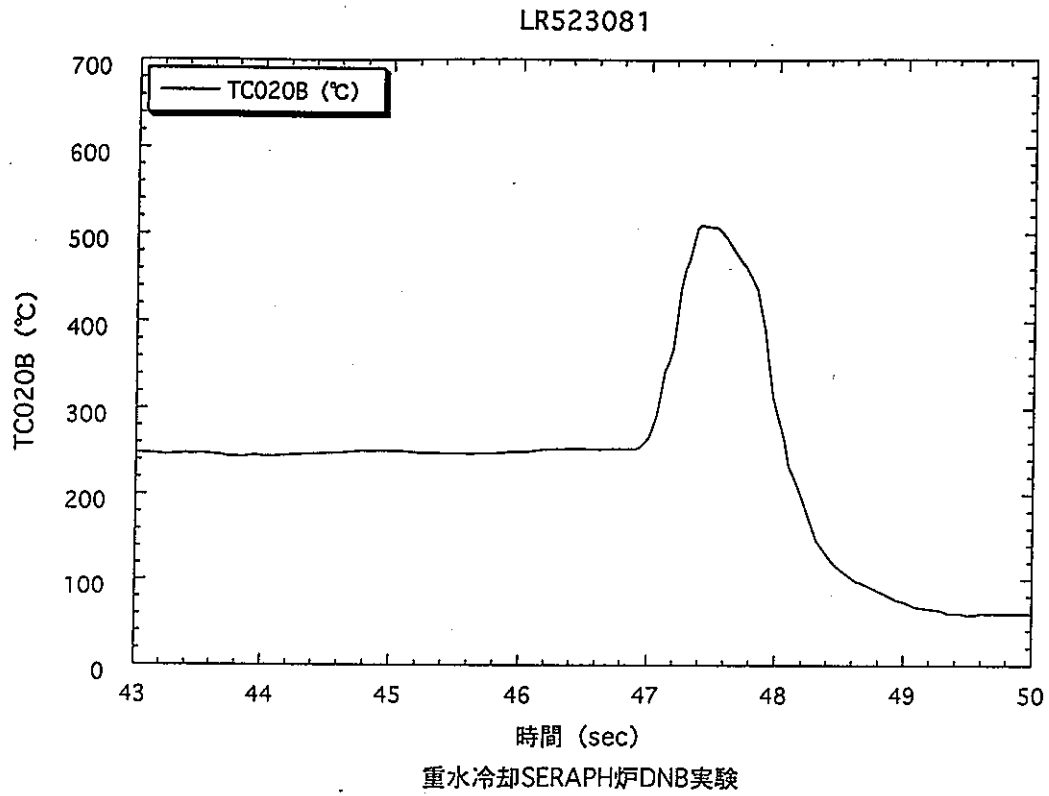
付図1-35 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR101081) (TC100B, TC200A)



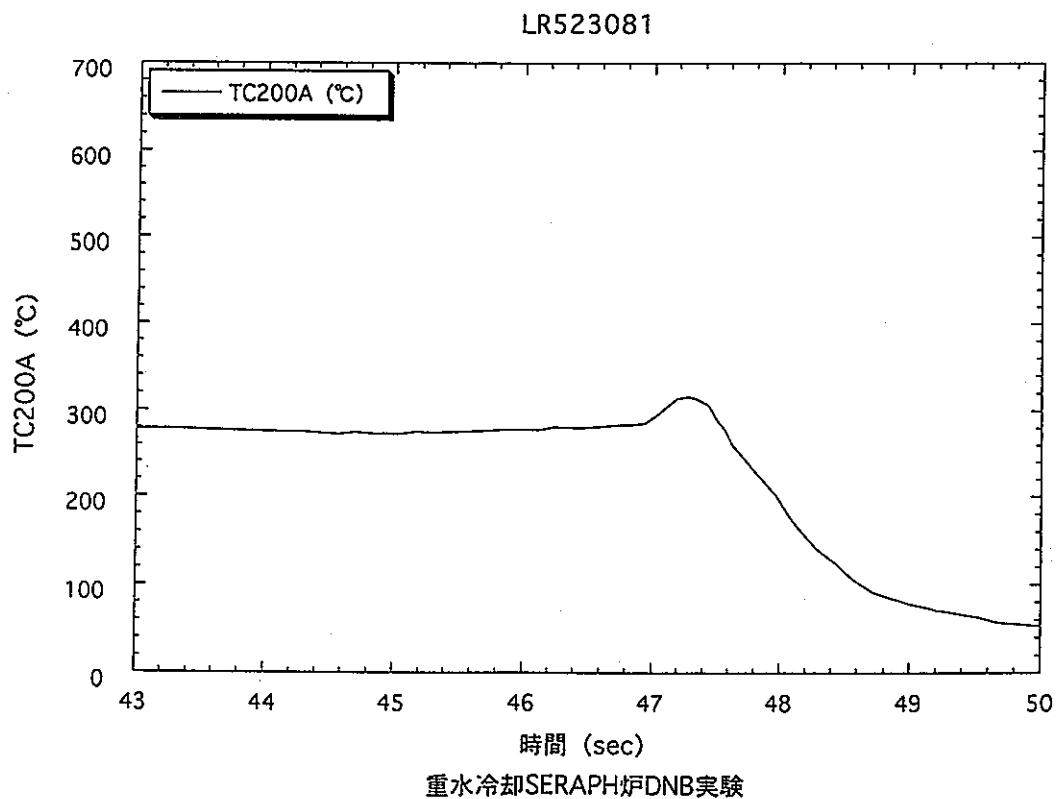
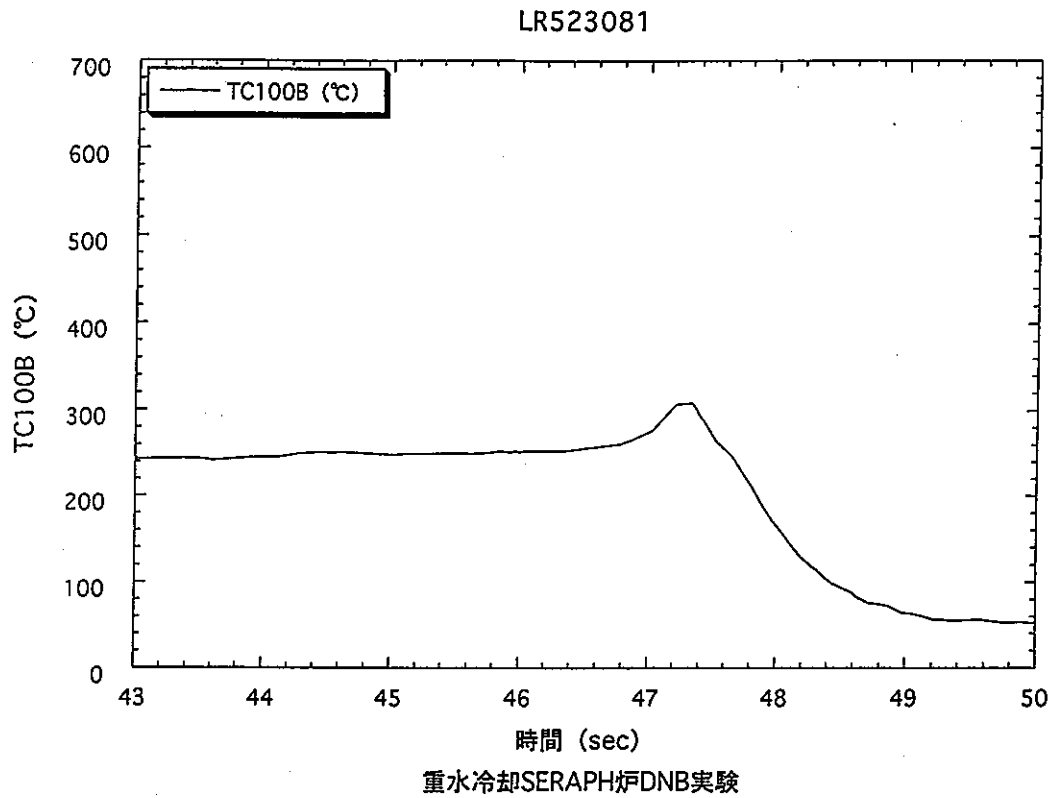
付図 1 - 3 6 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR101081) (TC200B, TC400A)



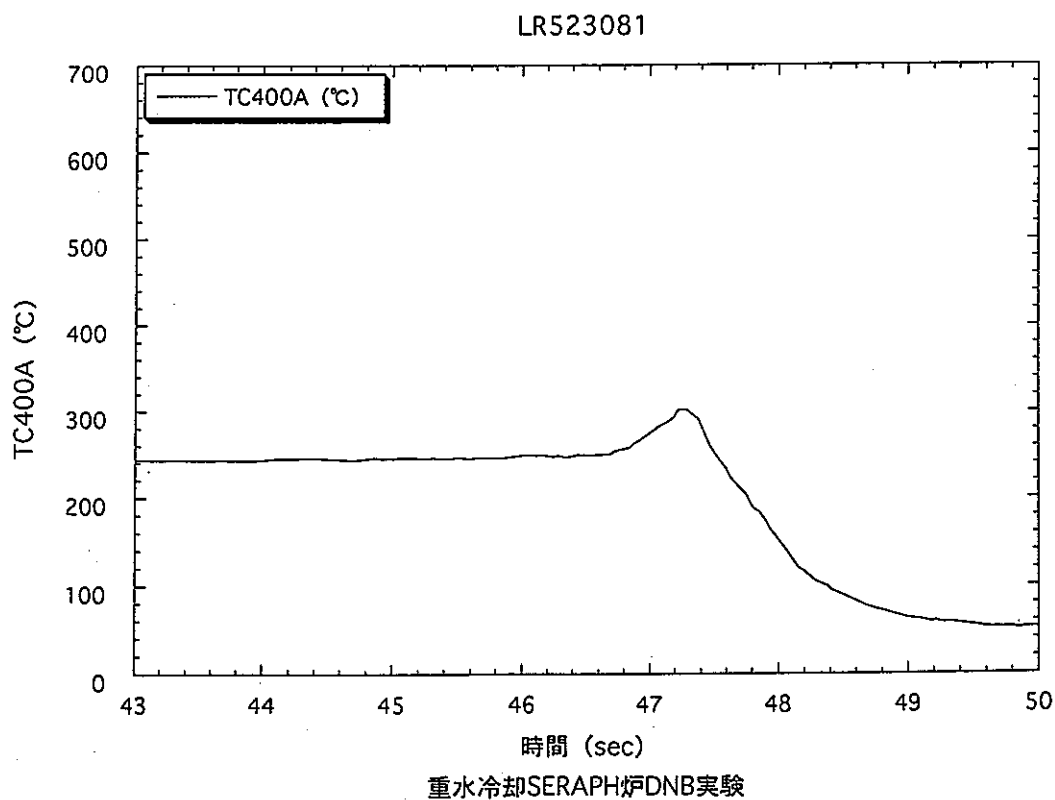
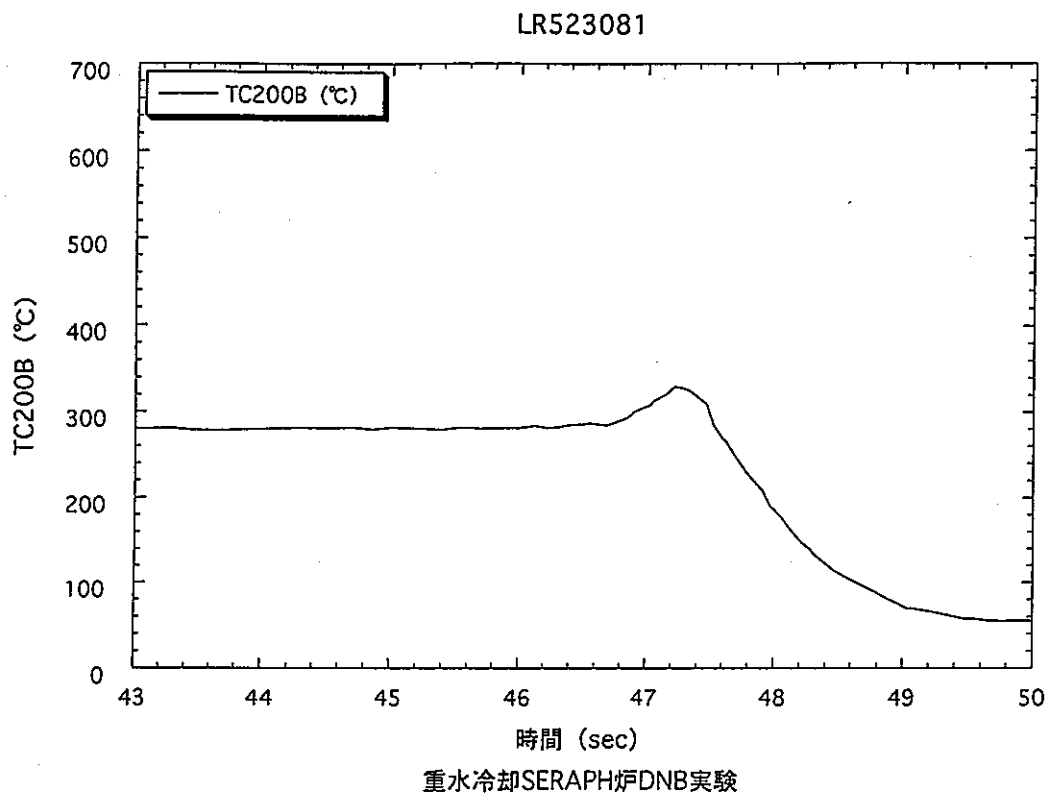
付図 1 - 3 7 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR523081)
(上部導電棒内温度, TC020A)



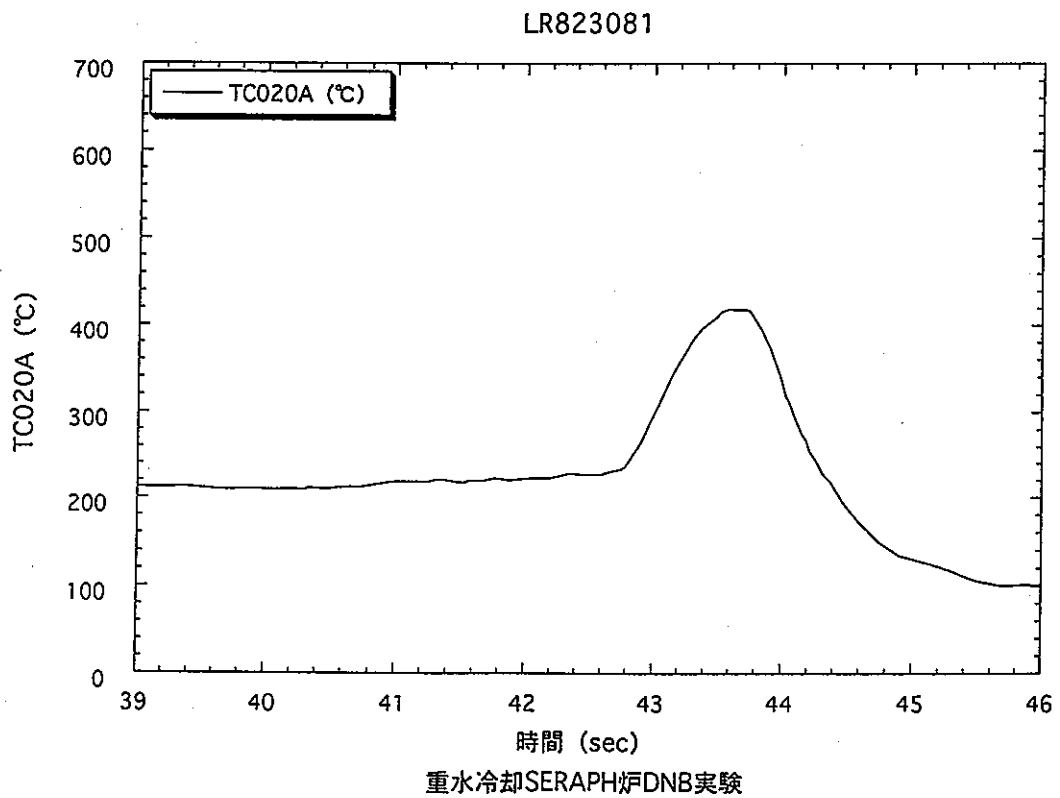
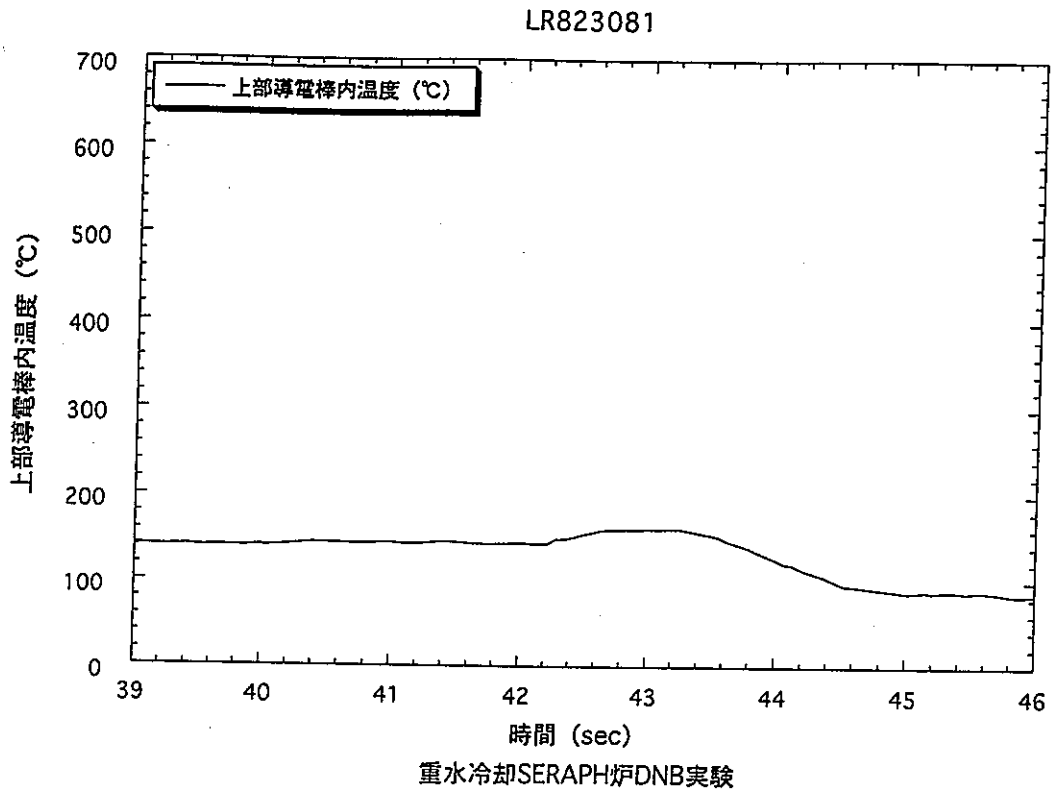
付図1-38 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR523081) (TC020B, TC100A)



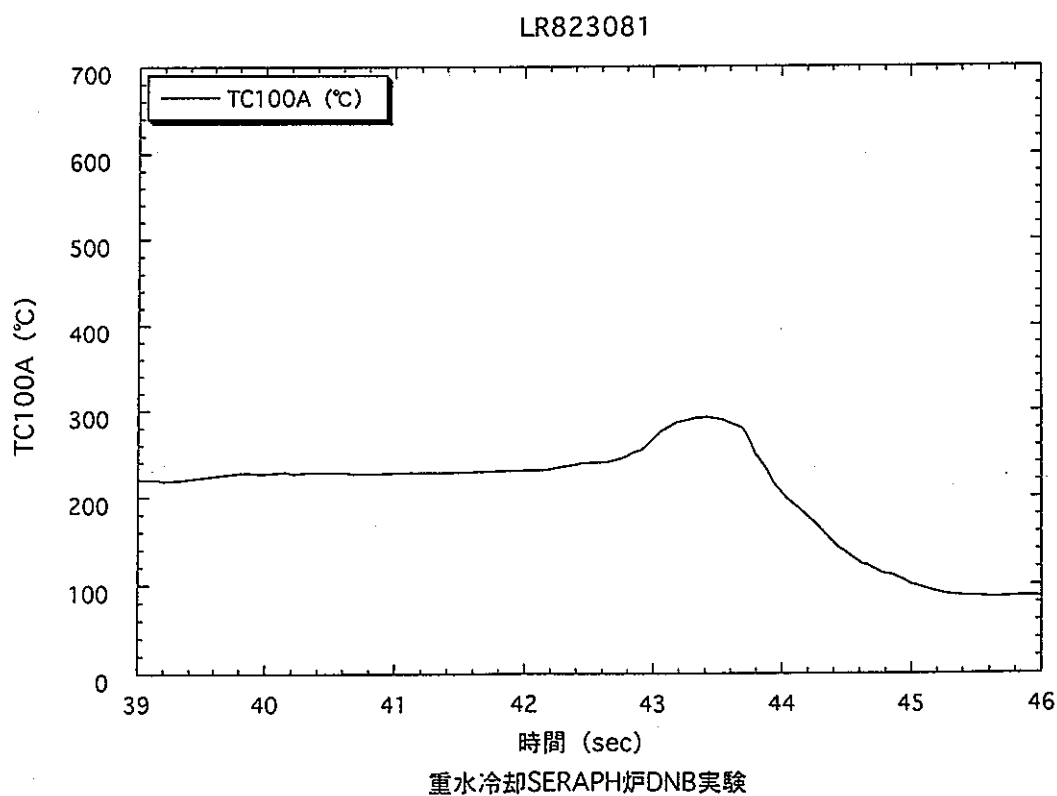
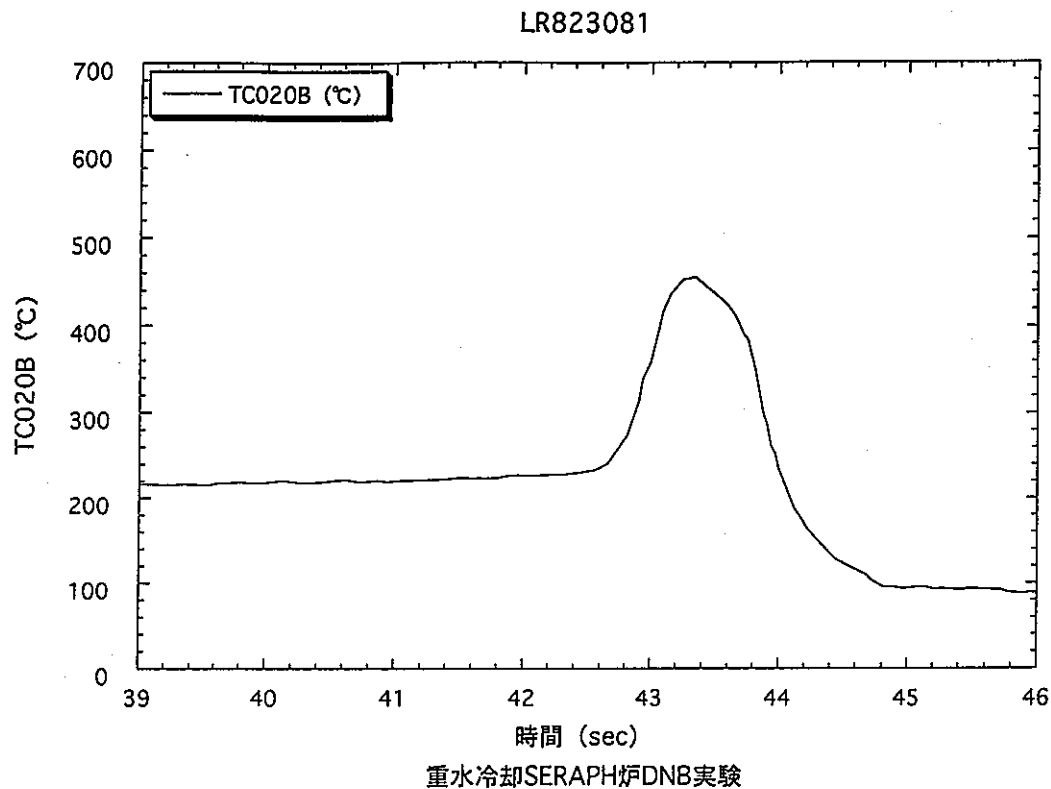
付図 1 - 3 9 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR523081)
(TC100B, TC200A)



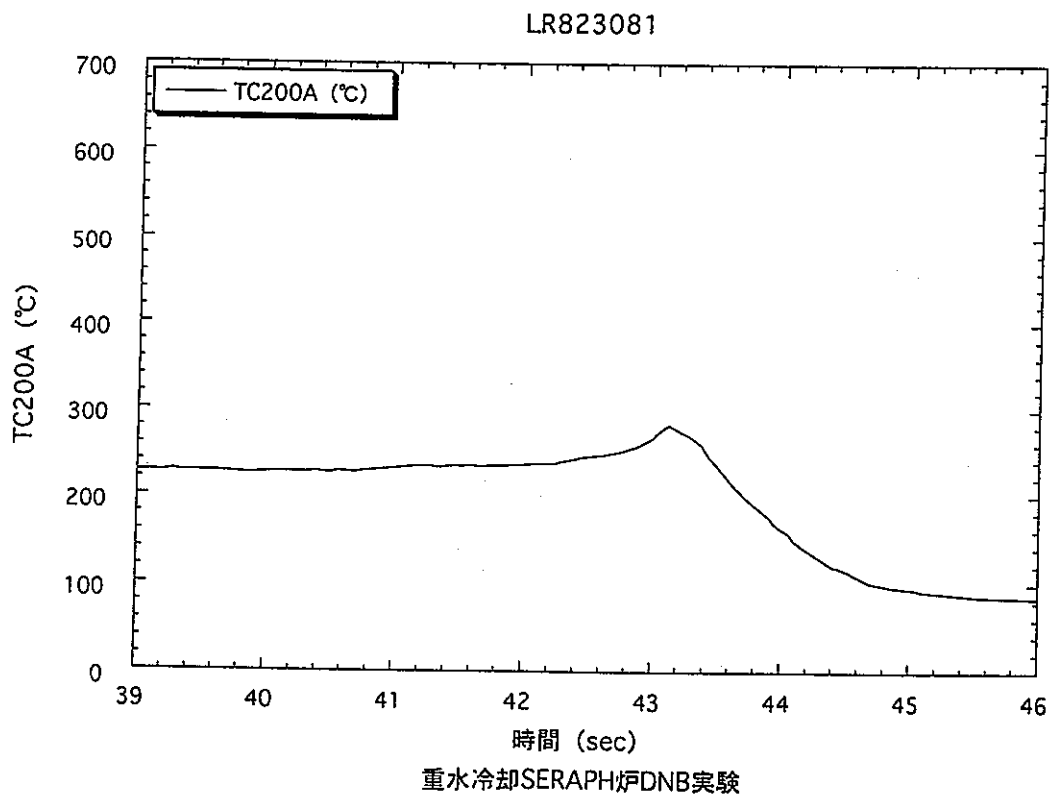
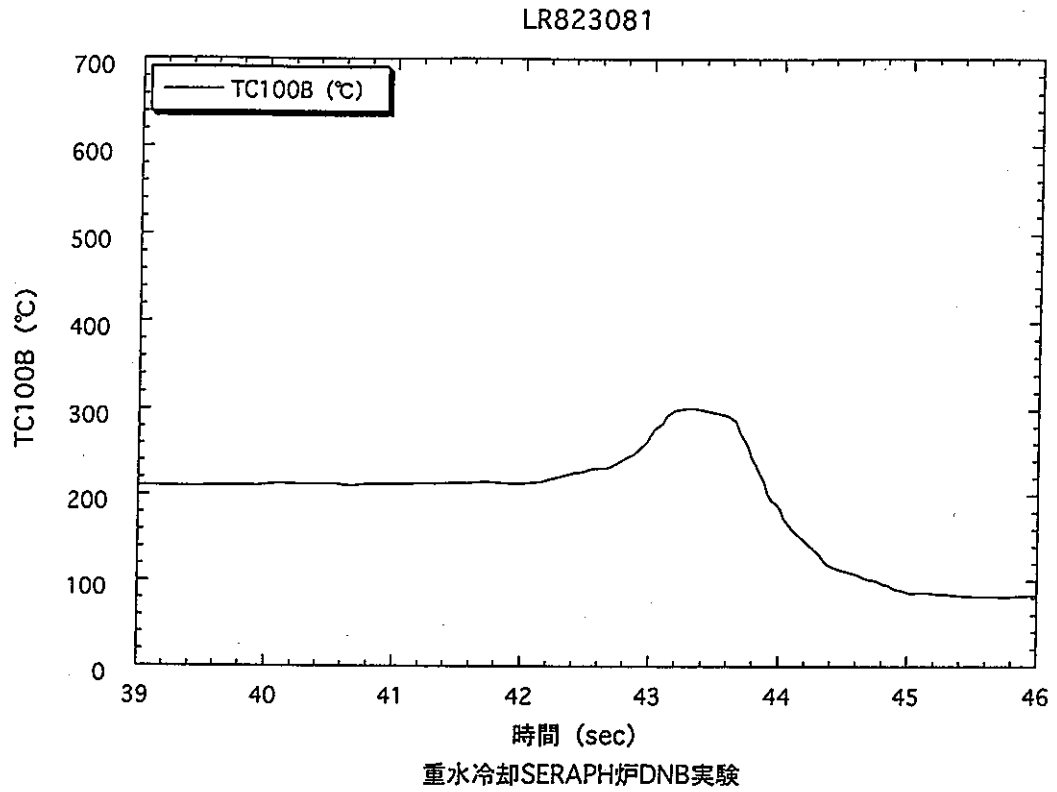
付図1-40 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR523081) (TC200B, TC400A)



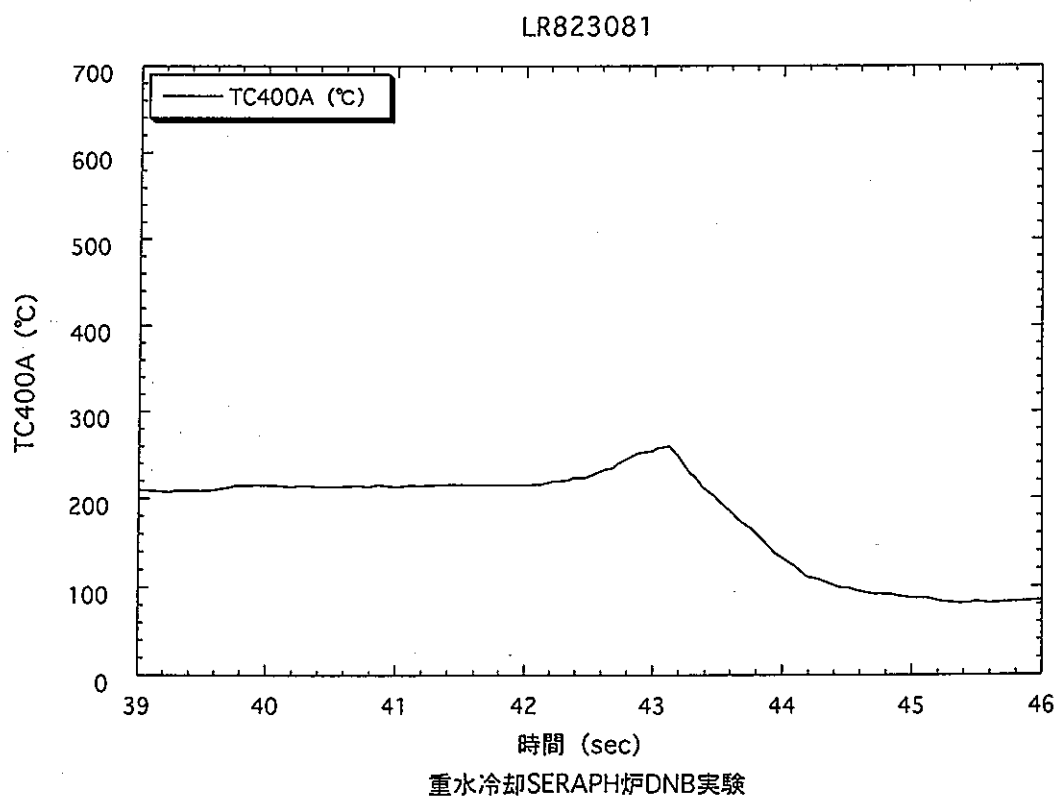
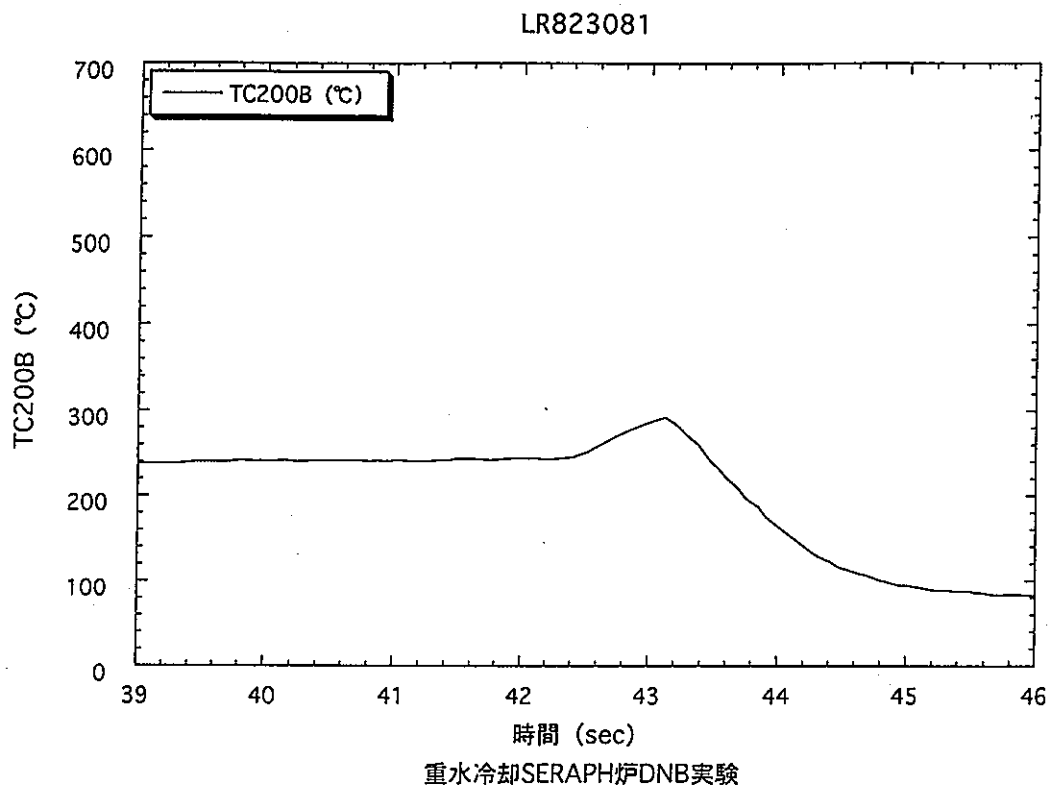
付図1-41 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR823081)
(上部導電棒内温度, TC020A)



付図1-42 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR823081) (TC020B, TC100A)



付図1-43 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR823081)
(TC100B, TC200A)



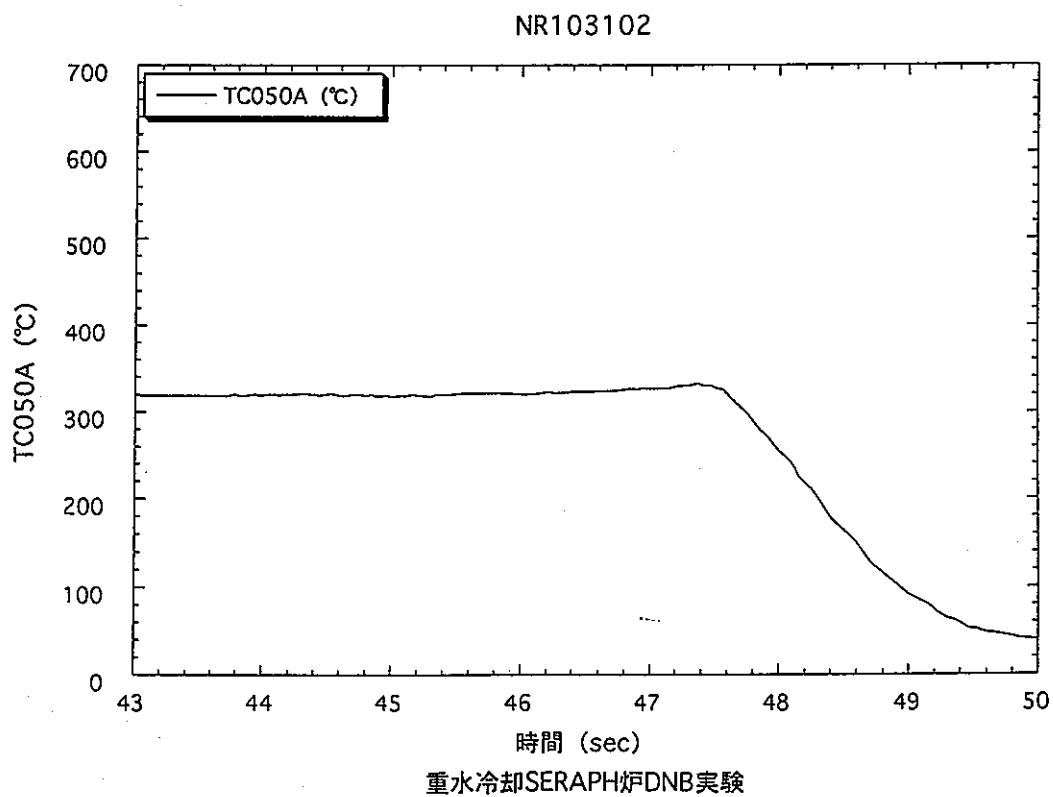
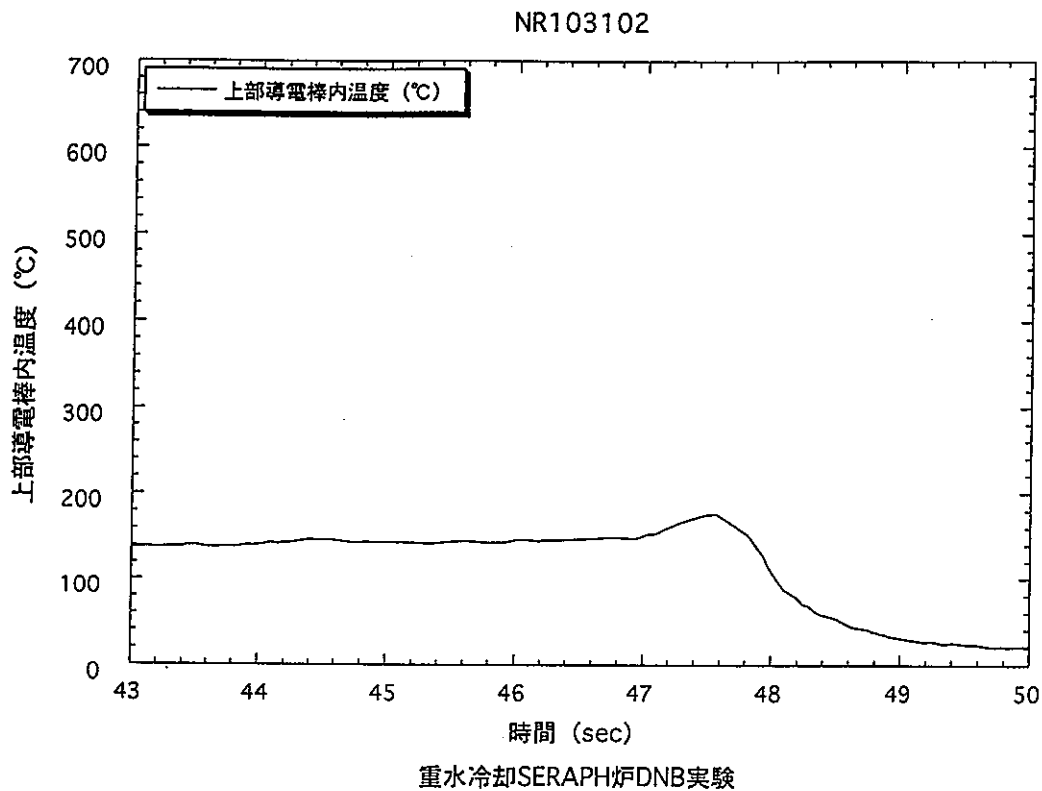
付図1-44 局所高出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (LR823081) (TC200B, TC400A)

付録一 (2) コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動グラフ

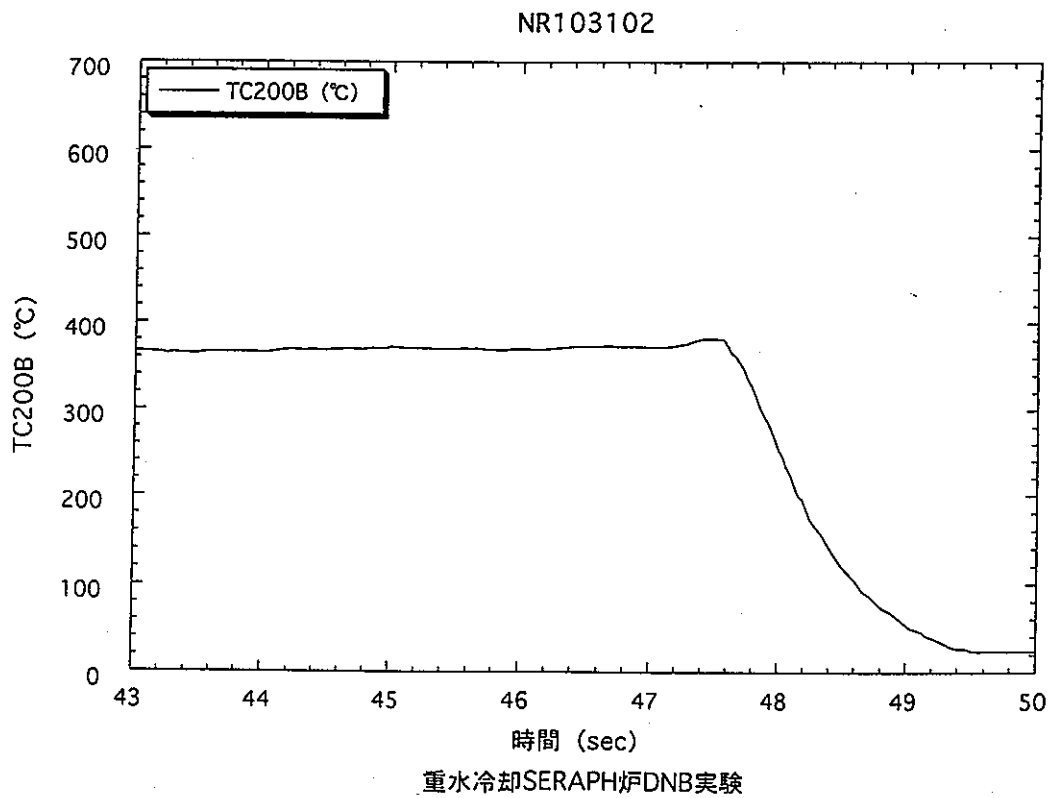
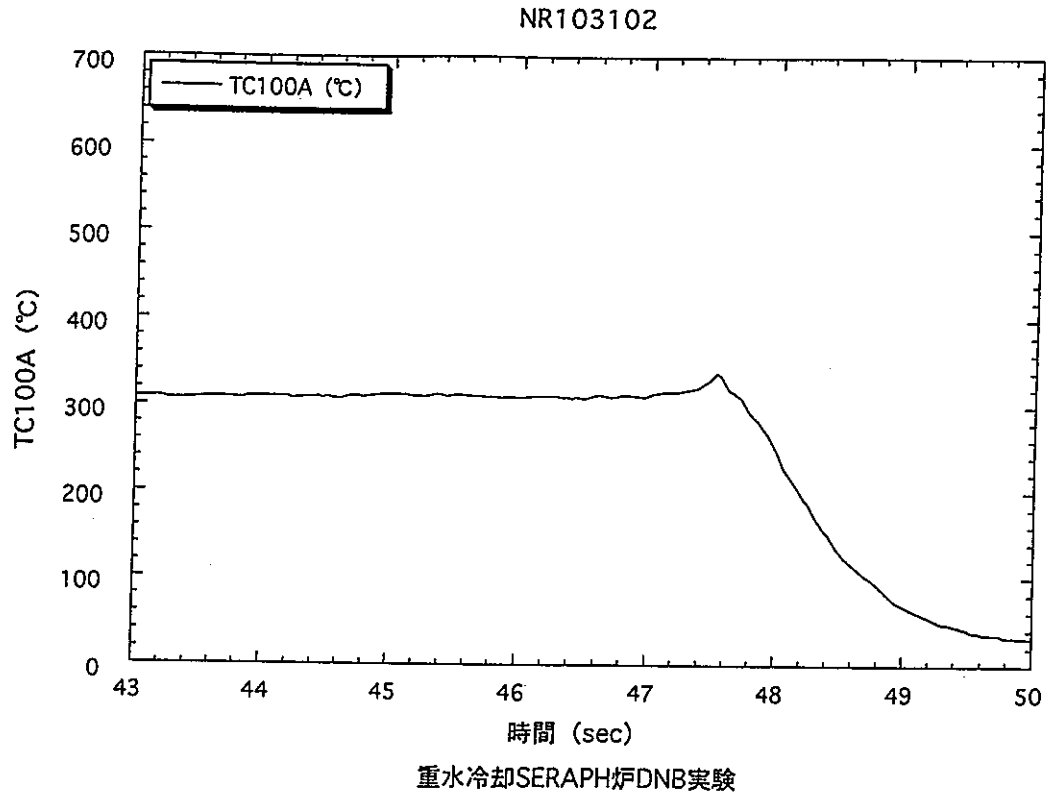
- 付図 2-1 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103102)
(上部導電棒内温度, TC050A)
- 付図 2-2 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103102)
(TC100A, TC200B)
- 付図 2-3 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103102)
(TC300B, TC400A)
- 付図 2-4 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103102)
(TC500A, TC600B)
- 付図 2-5 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103092)
(上部導電棒内温度, TC050A)
- 付図 2-6 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103092)
(TC100A, TC200B)
- 付図 2-7 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103092)
(TC300B, TC400A)
- 付図 2-8 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103092)
(TC500A, TC600B)
- 付図 2-9 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103082)
(上部導電棒内温度, TC050A)
- 付図 2-10 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103082)
(TC100A, TC200B)
- 付図 2-11 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103082)
(TC300B, TC400A)
- 付図 2-12 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103082)
(TC500A, TC600B)
- 付図 2-13 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103072)
(上部導電棒内温度, TC050A)
- 付図 2-14 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103072)
(TC100A, TC200B)
- 付図 2-15 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103072)
(TC300B, TC400A)
- 付図 2-16 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103072)
(TC500A, TC600B)

- 付図 2-17 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103062)
(上部導電棒内温度, TC050A)
- 付図 2-18 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103062)
(TC100A, TC200B)
- 付図 2-19 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103062)
(TC300B, TC400A)
- 付図 2-20 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103062)
(TC500A, TC600B)
- 付図 2-21 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103052)
(上部導電棒内温度, TC050A)
- 付図 2-22 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103052)
(TC100A, TC200B)
- 付図 2-23 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103052)
(TC300B, TC400A)
- 付図 2-24 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103052)
(TC500A, TC600B)
- 付図 2-25 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR615081)
(上部導電棒内温度, TC050A)
- 付図 2-26 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR615081)
(TC100A, TC200A)
- 付図 2-27 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR615081)
(TC300A, TC400A)
- 付図 2-28 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR615081)
(TC500A, TC600A)
- 付図 2-29 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR423081)
(上部導電棒内温度, TC050A)
- 付図 2-30 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR423081)
(TC100A, TC200A)
- 付図 2-31 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR423081)
(TC300A, TC400A)
- 付図 2-32 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR423081)
(TC500A, TC600A)

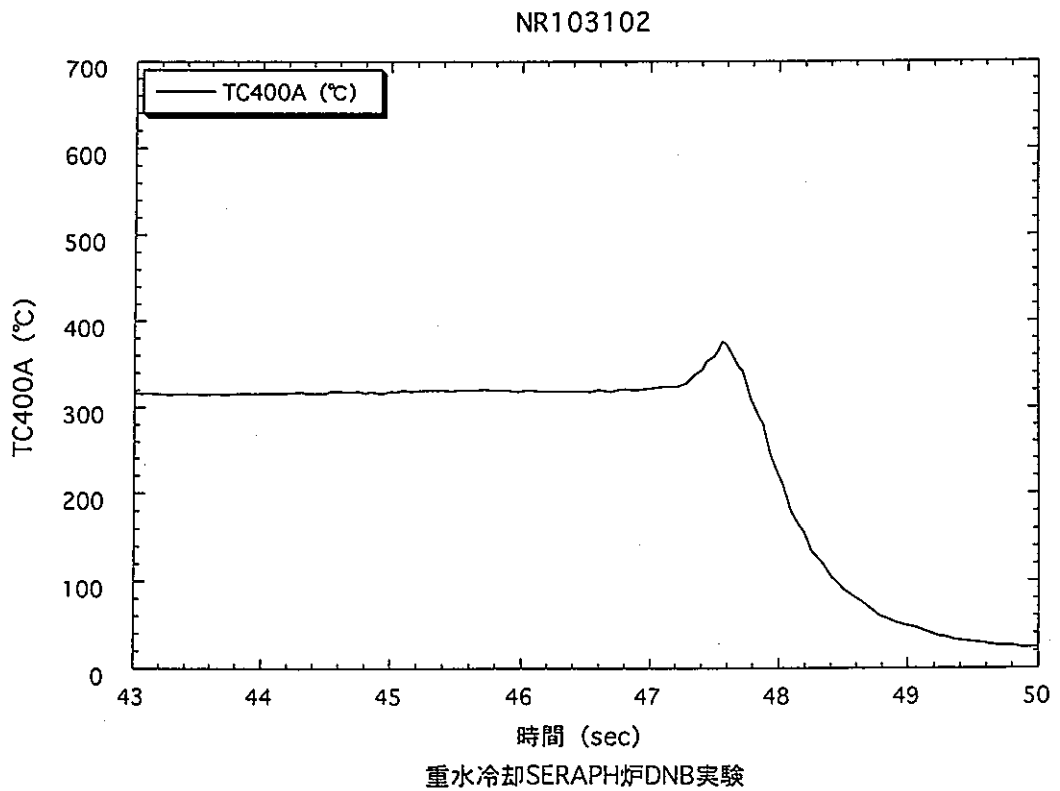
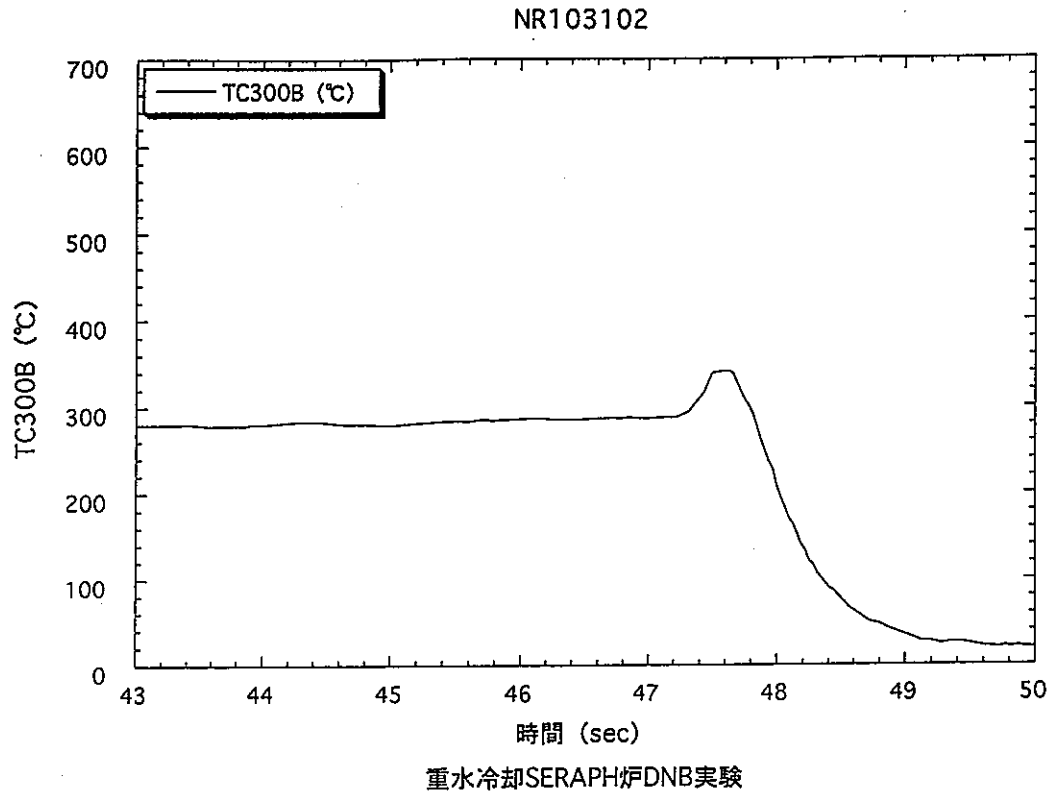
- 付図 2-33 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR101081)
(上部導電棒内温度, TC050A)
- 付図 2-34 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR101081)
(TC100A, TC200A)
- 付図 2-35 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR101081)
(TC300A, TC400A)
- 付図 2-36 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR101081)
(TC500A, TC600A)
- 付図 2-37 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR523081)
(上部導電棒内温度, TC050A)
- 付図 2-38 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR523081)
(TC100A, TC200A)
- 付図 2-39 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR523081)
(TC300A, TC400A)
- 付図 2-40 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR523081)
(TC500A, TC600A)
- 付図 2-41 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR823081)
(上部導電棒内温度, TC050A)
- 付図 2-42 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR823081)
(TC100A, TC200A)
- 付図 2-43 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR823081)
(TC300A, TC400A)
- 付図 2-44 コサイン分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR823081)
(TC500A, TC600A)



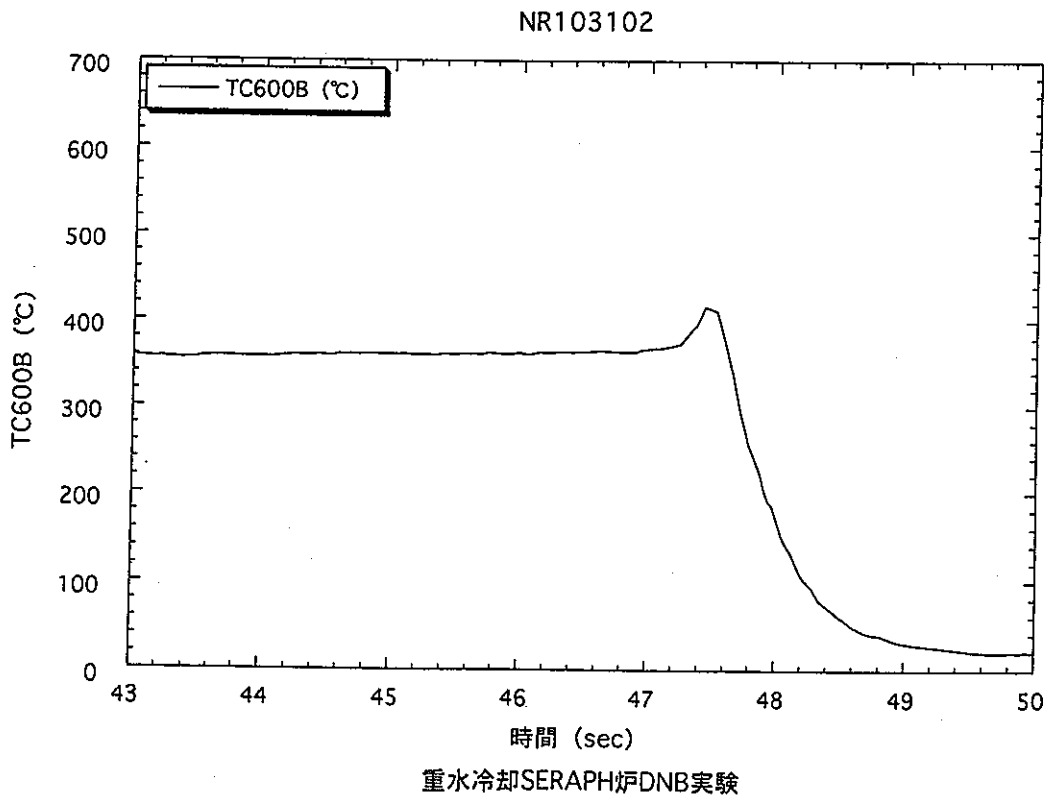
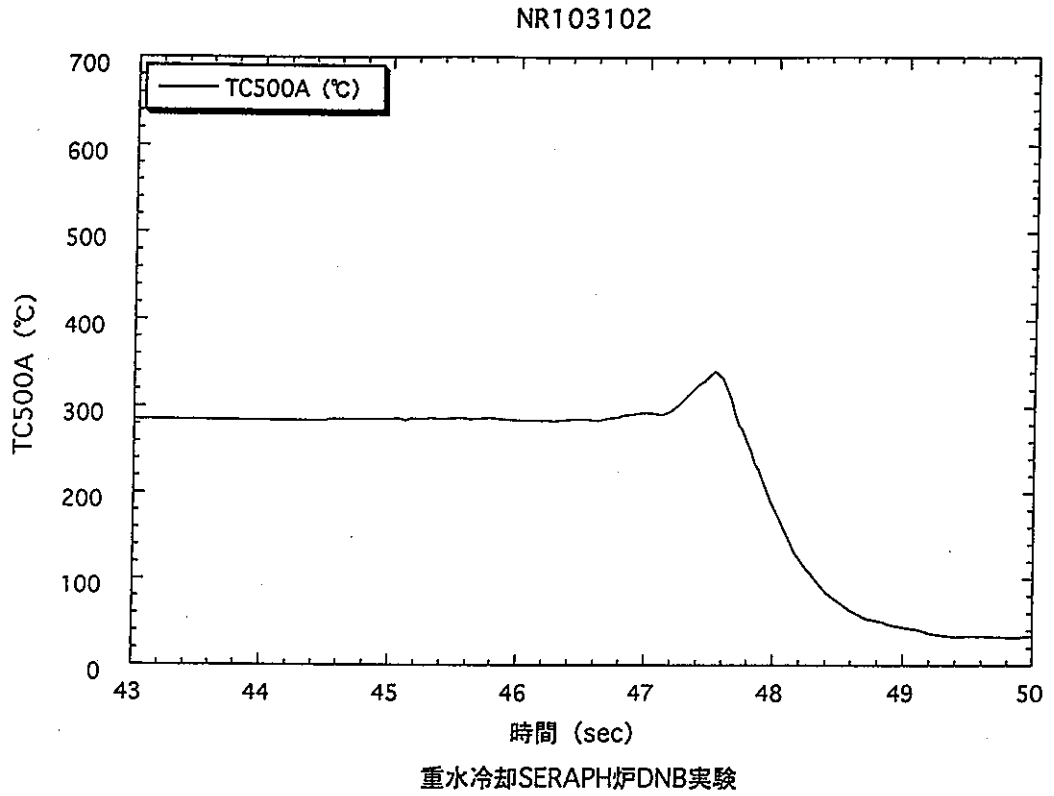
付図 2 - 1 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103102)
(上部導電棒内温度, TC050A)



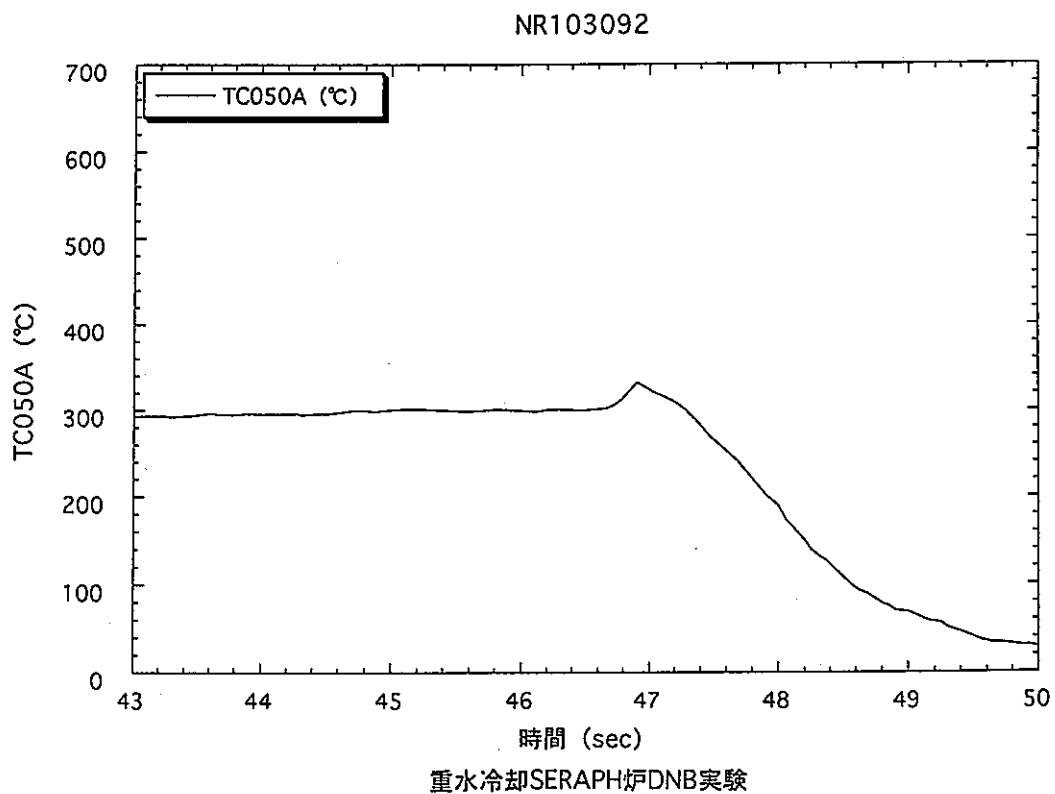
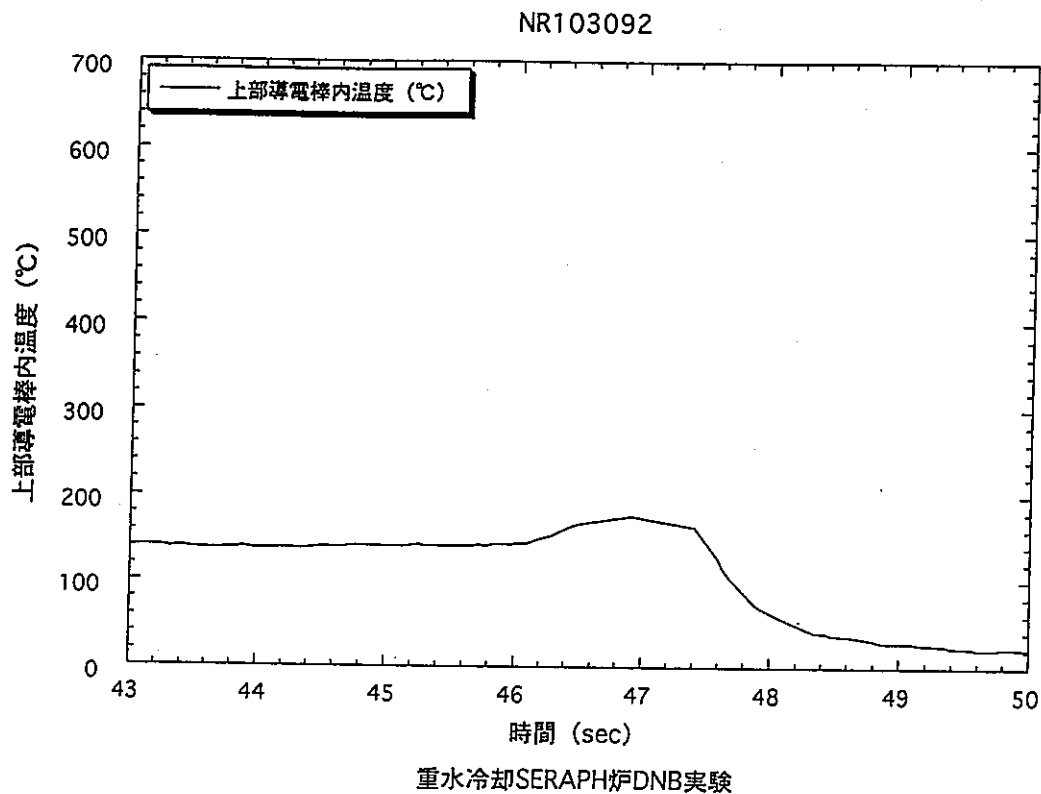
付図 2 - 2 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103102)
(TC100A, TC200B)



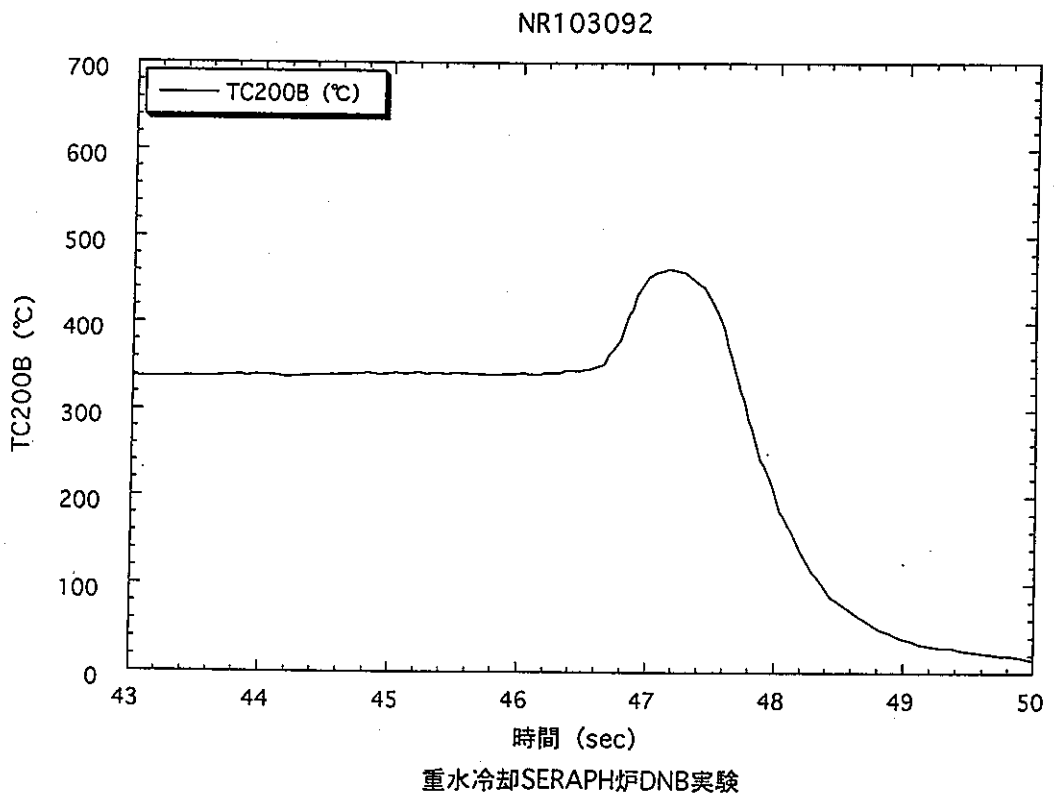
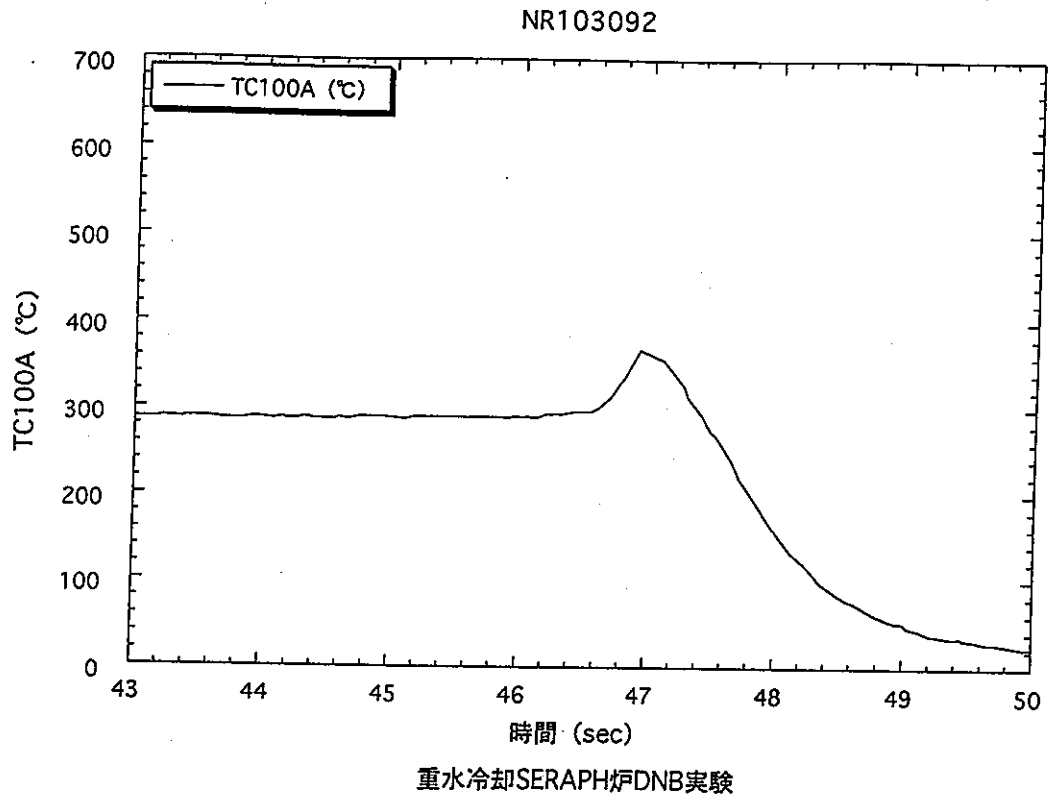
付図 2 - 3 コイル分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103102)
(TC300B, TC400A)



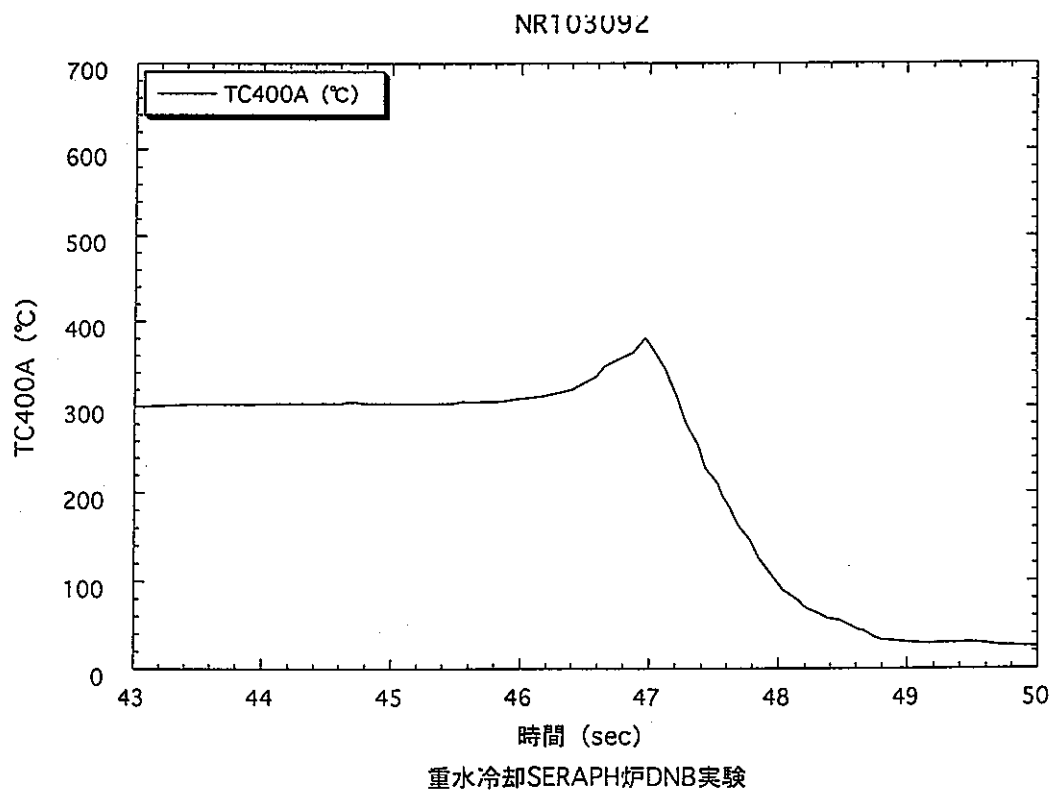
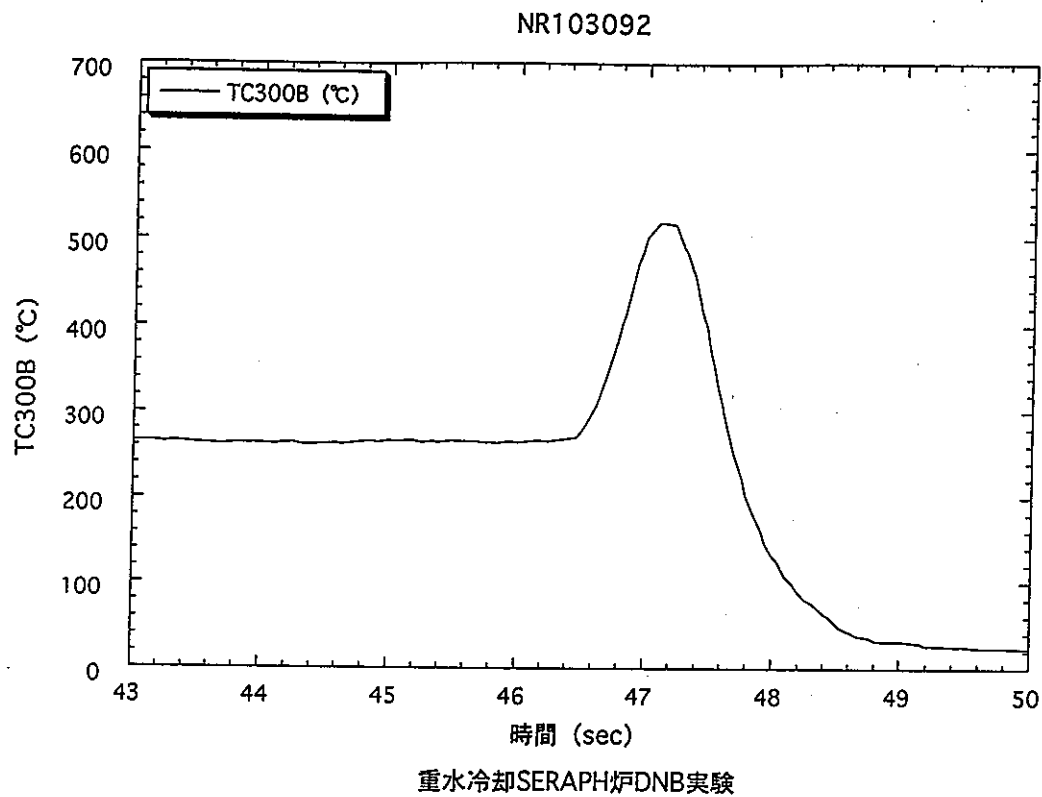
付図 2 - 4 1#炉出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103102)
(TC500A, TC600B)



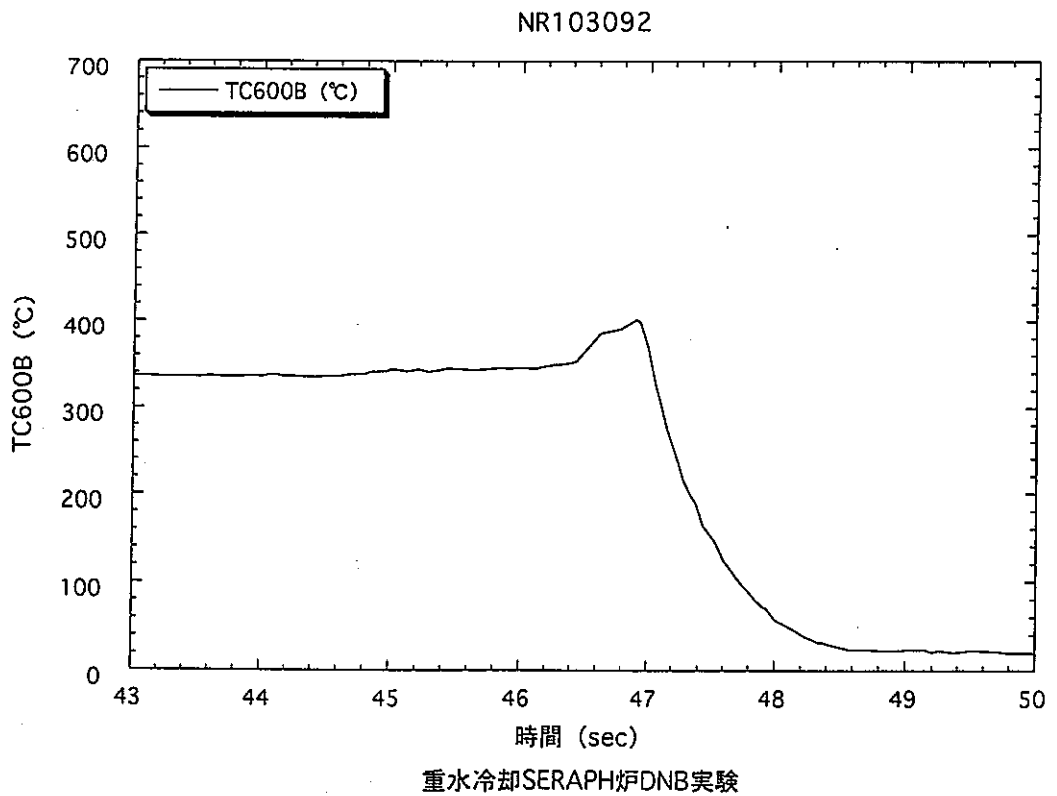
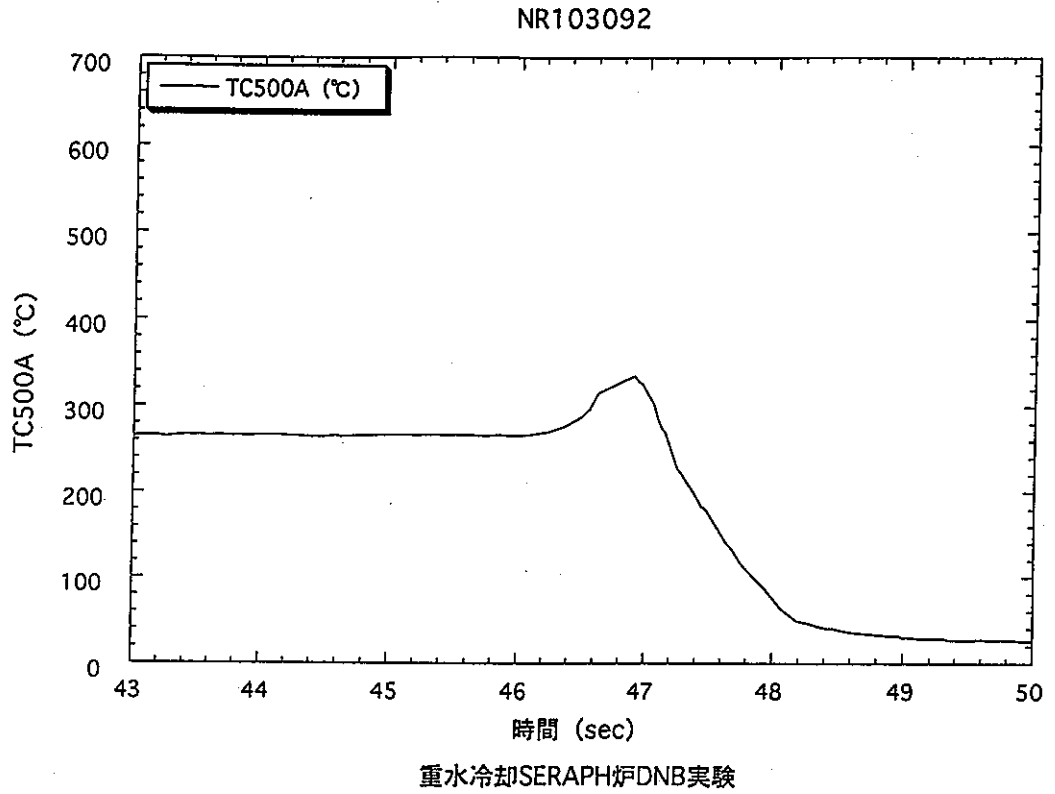
付図 2 - 5 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103092)
(上部導電棒内温度, TC050A)



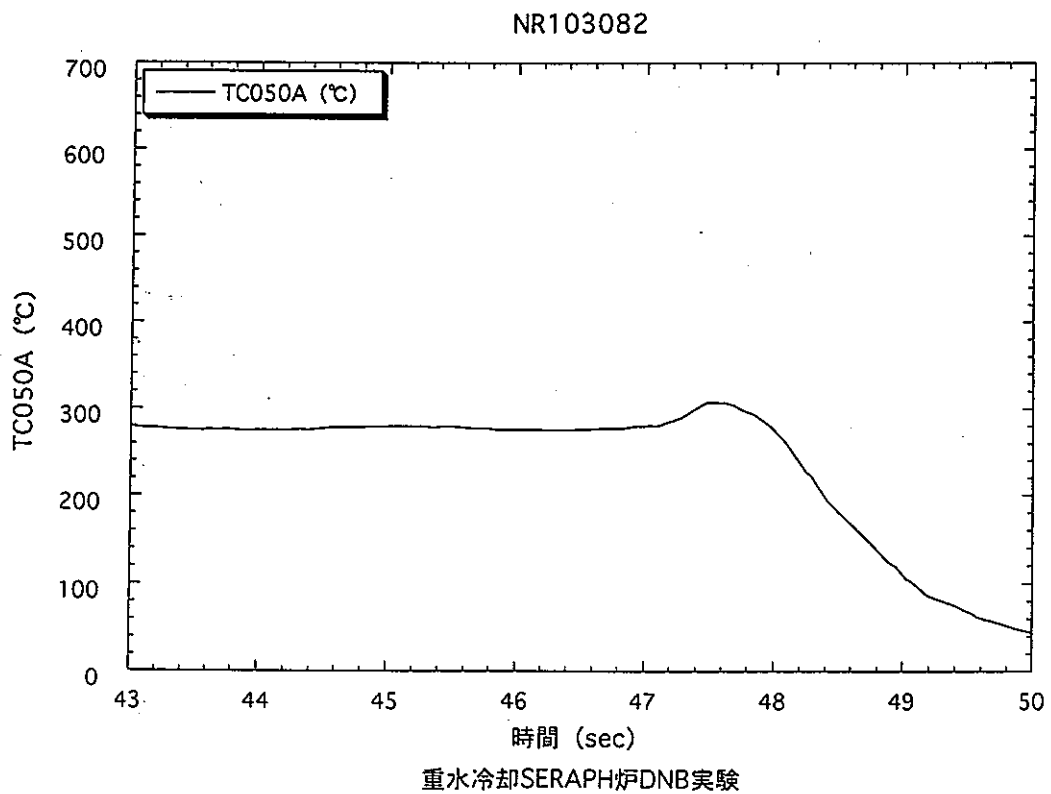
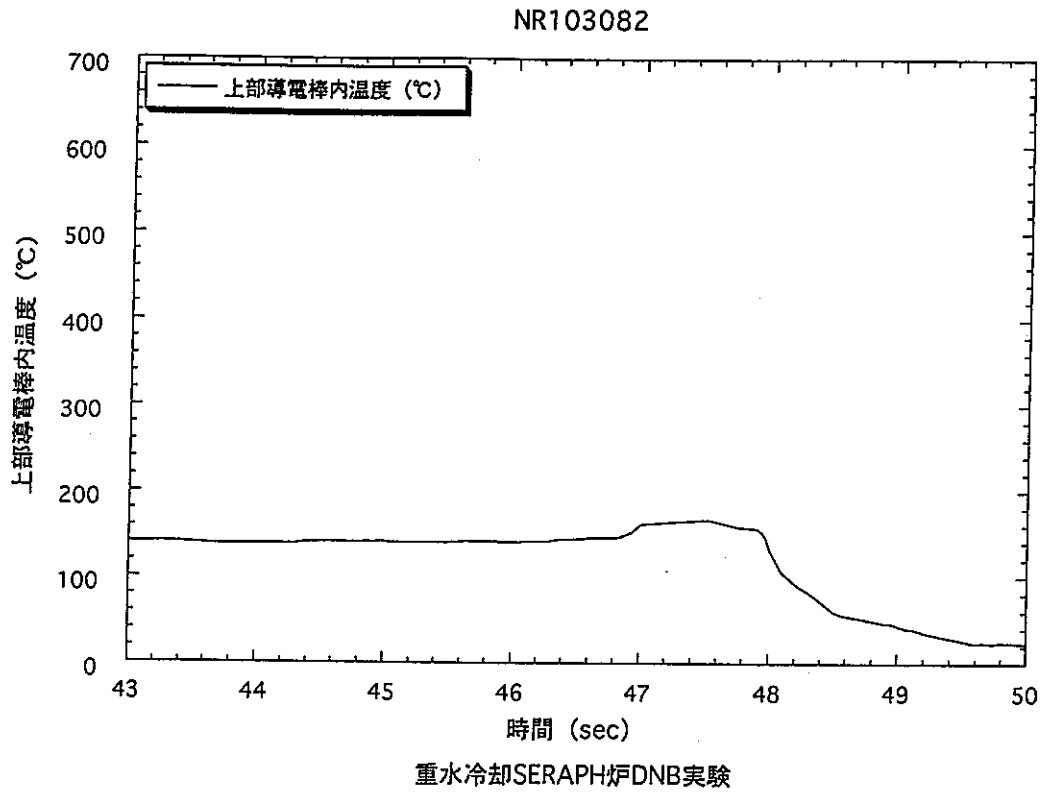
付図 2 - 6 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103092)
(TC100A, TC200B)



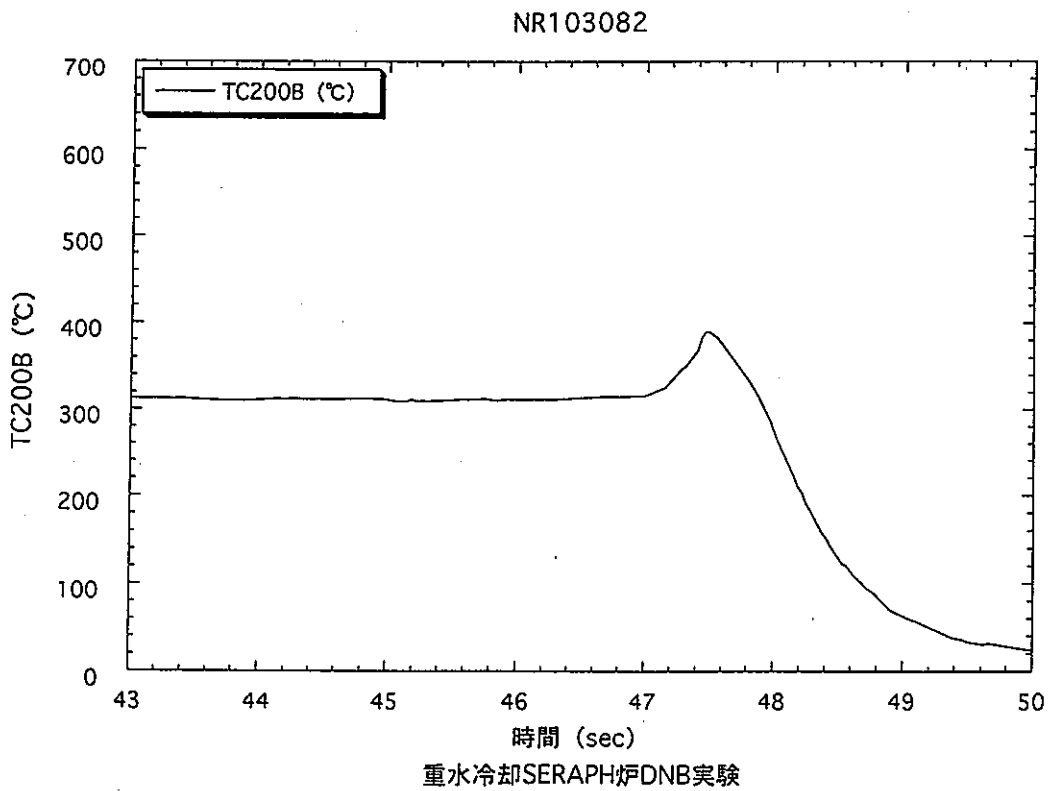
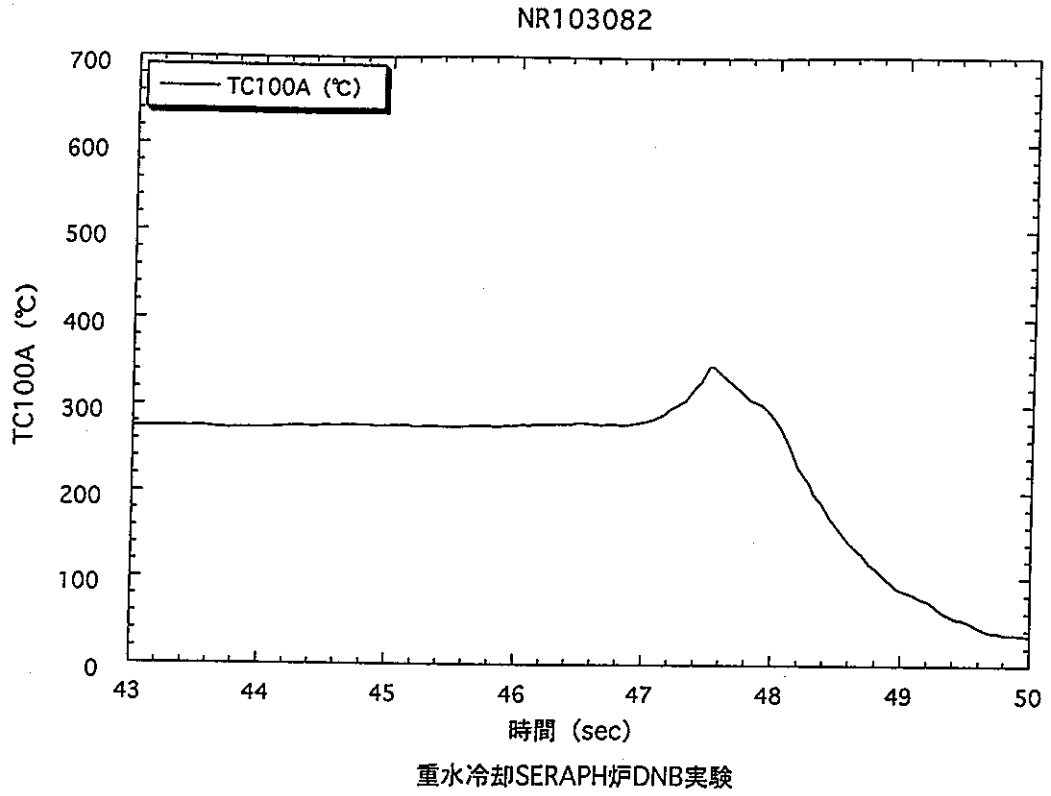
付図 2 - 7 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103092) (TC300B, TC400A)



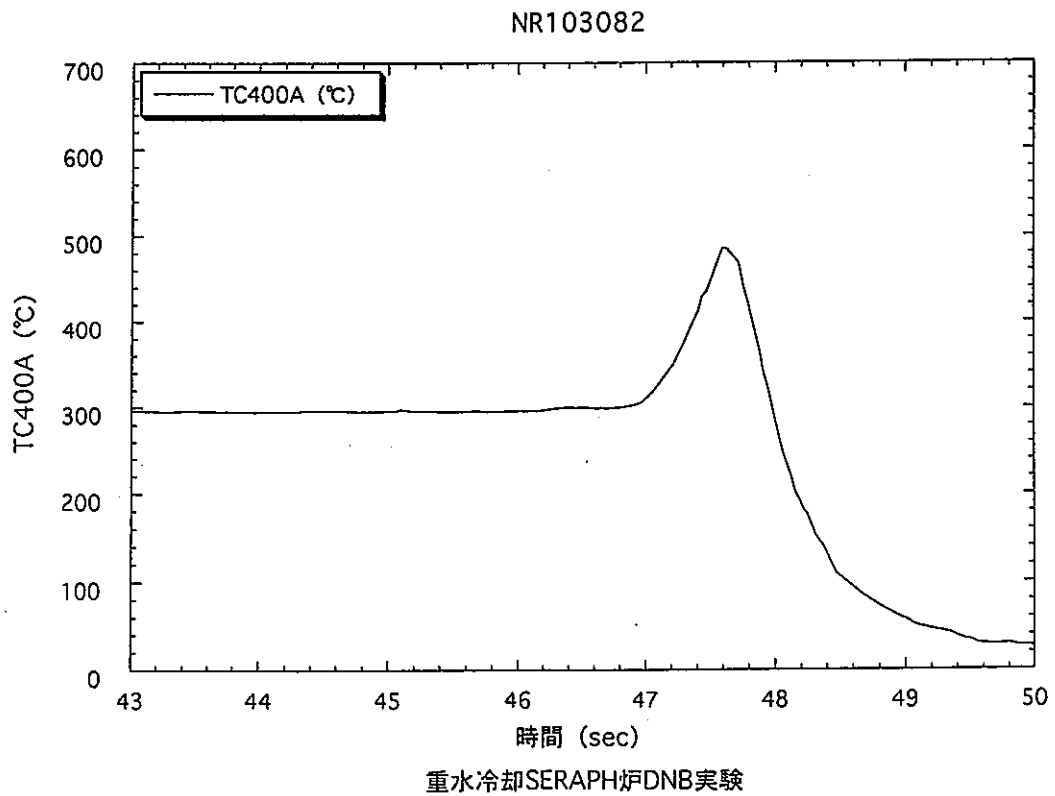
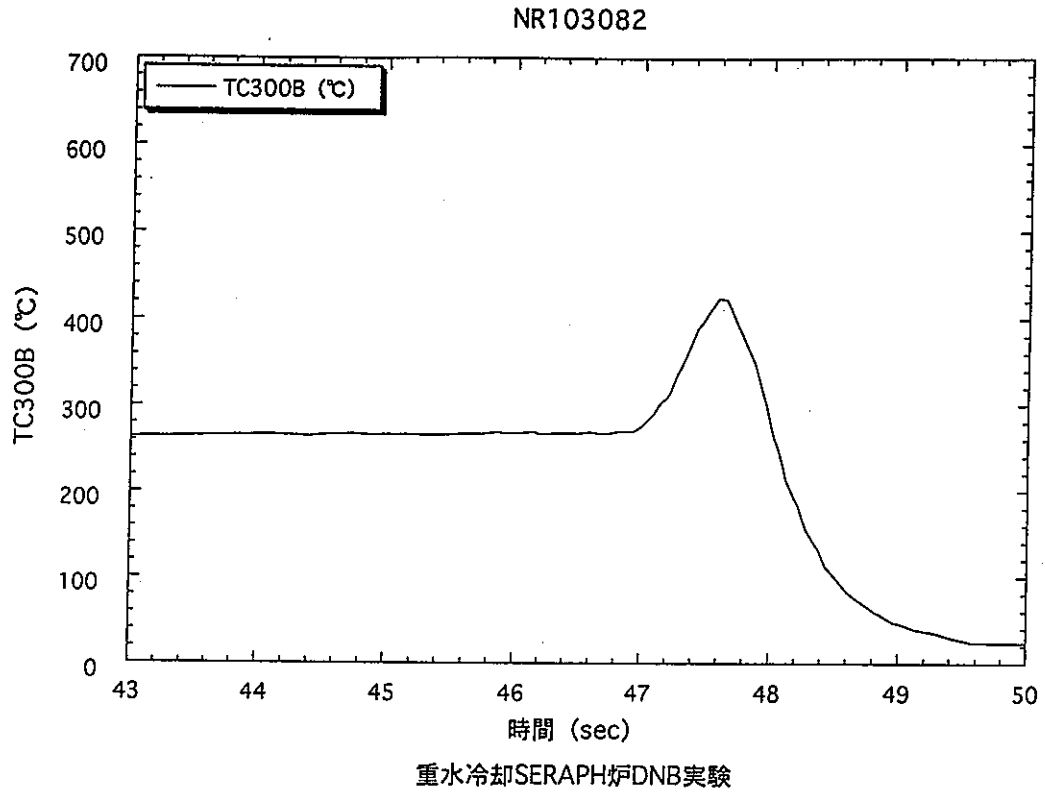
付図 2 - 8 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103092)
(TC500A, TC600B)



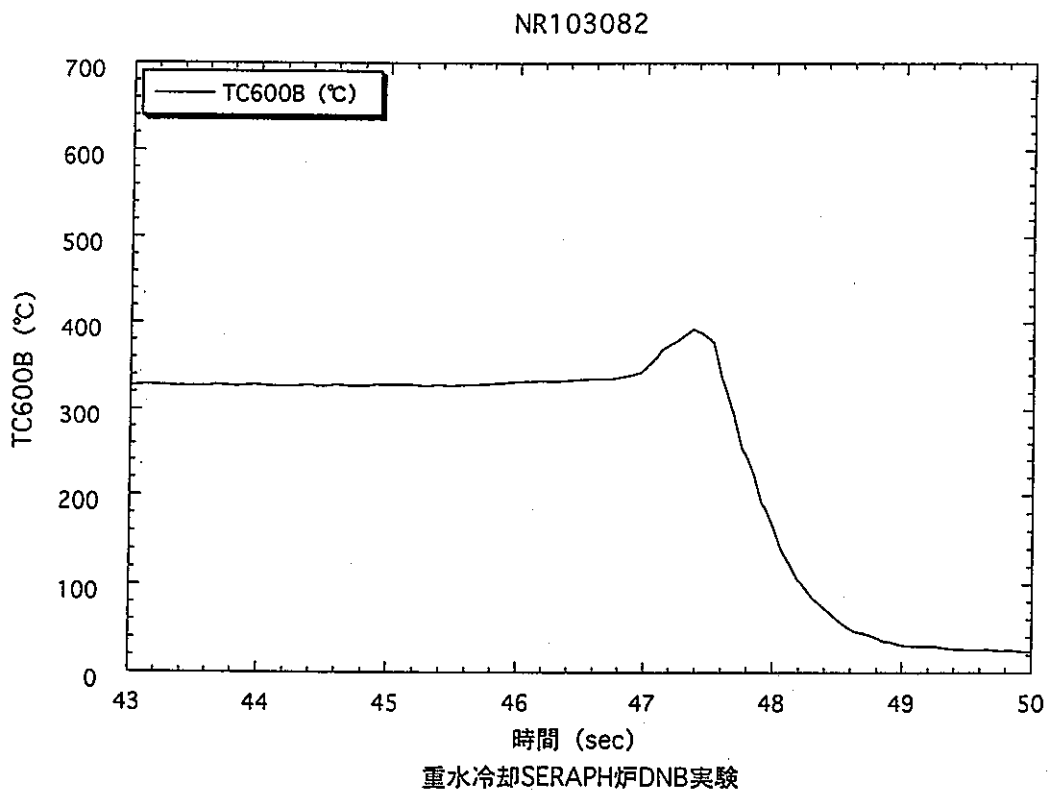
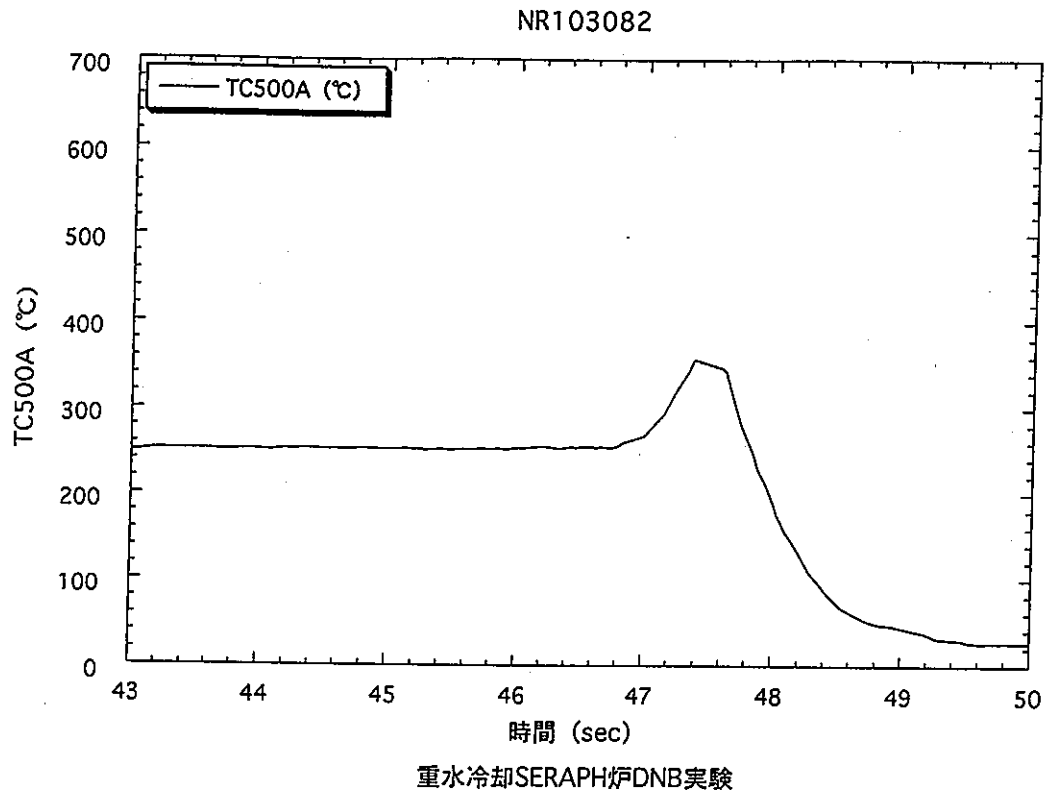
付図 2 - 9 円管出力分布炉試験体定常試験熱電対温度挙動 (NR103082)
(上部導電棒内温度, TC050A)



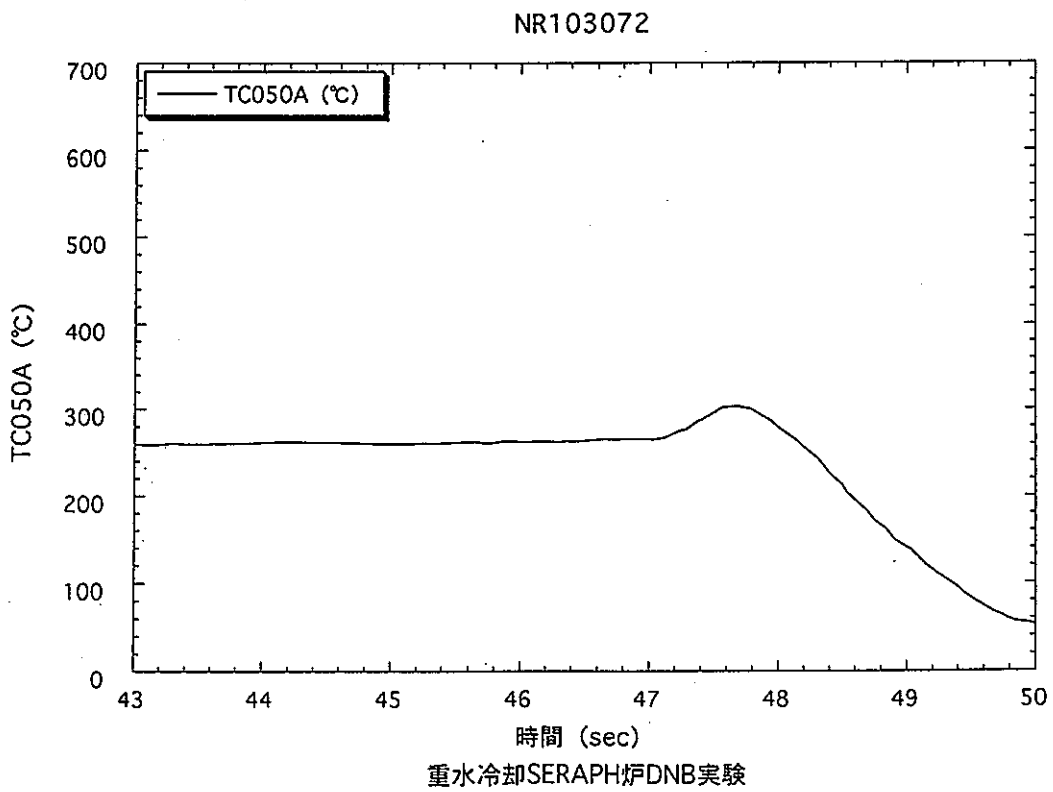
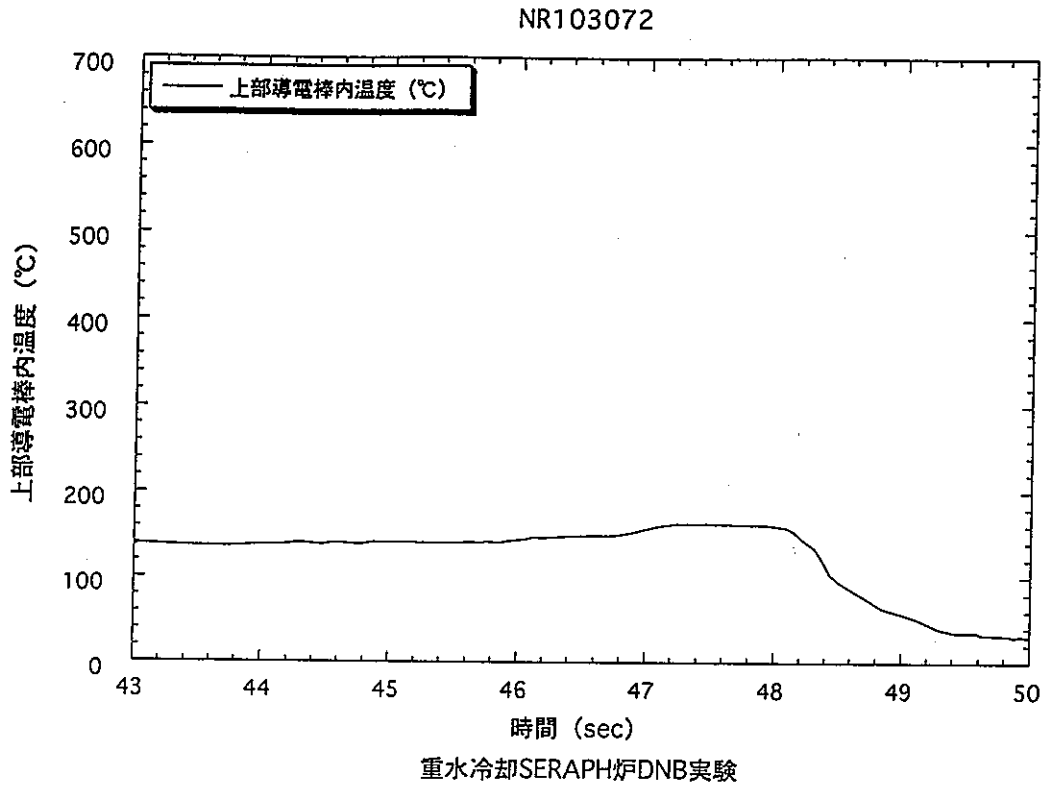
付図 2 - 1 0 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103082)
(TC100A, TC200B)



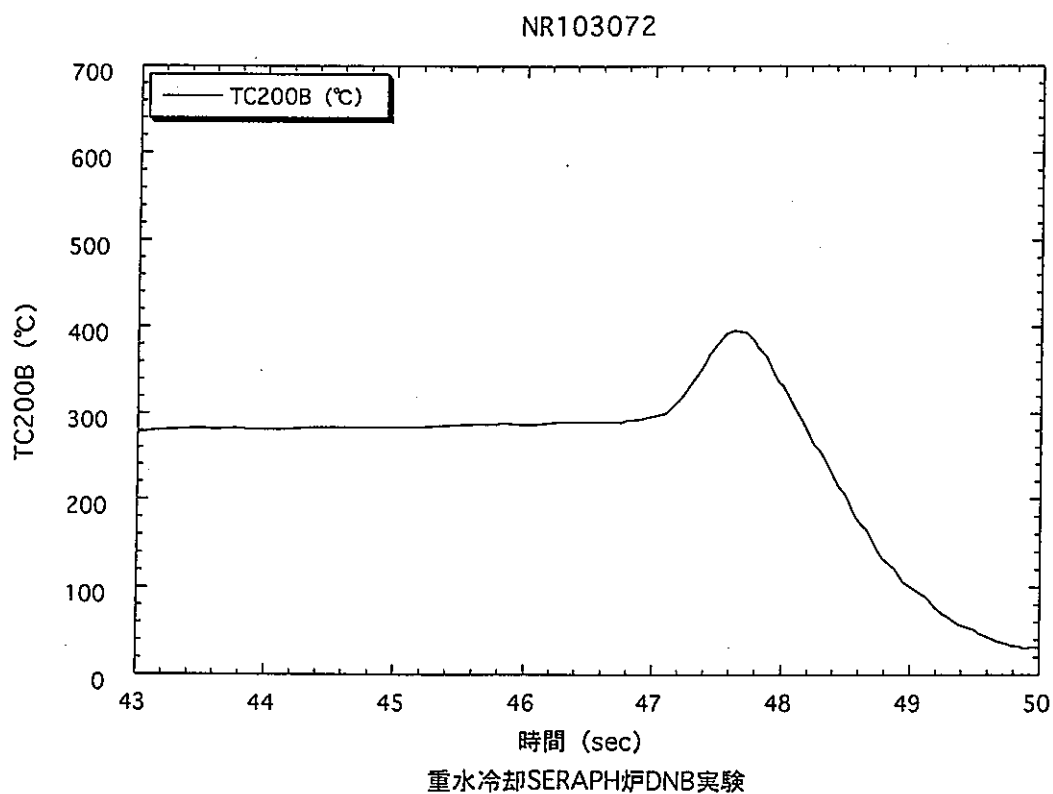
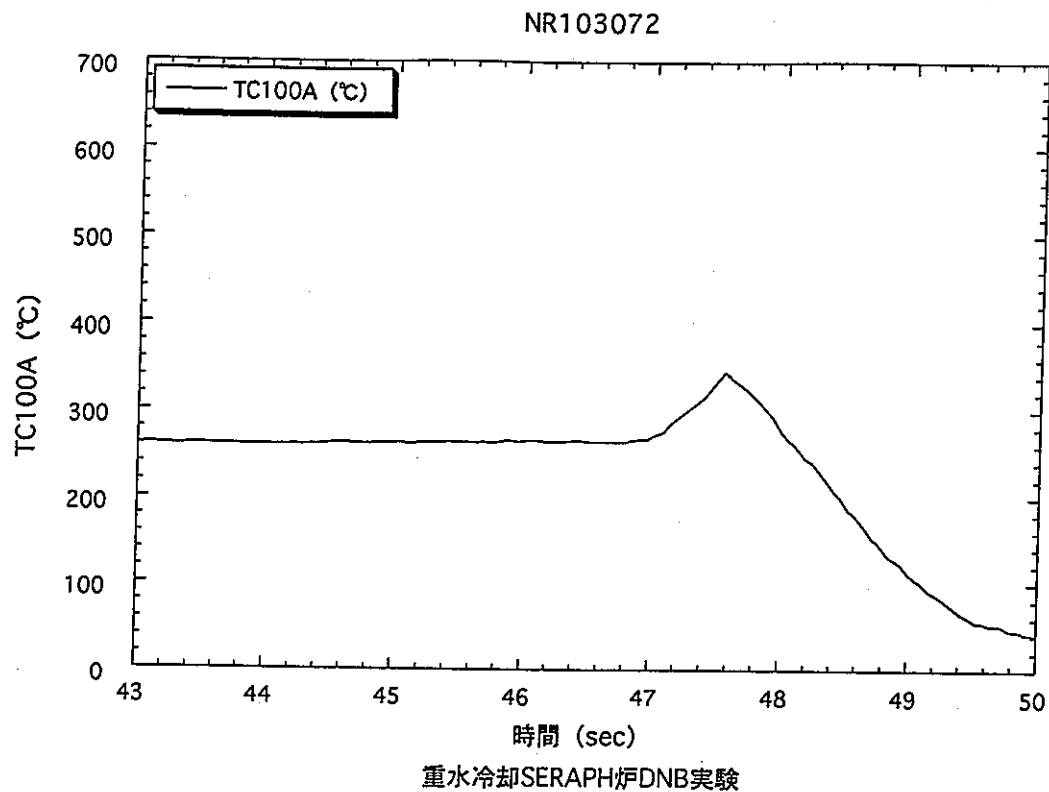
付図 2 - 1 1 コイ分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103082)
(TC300B, TC400A)



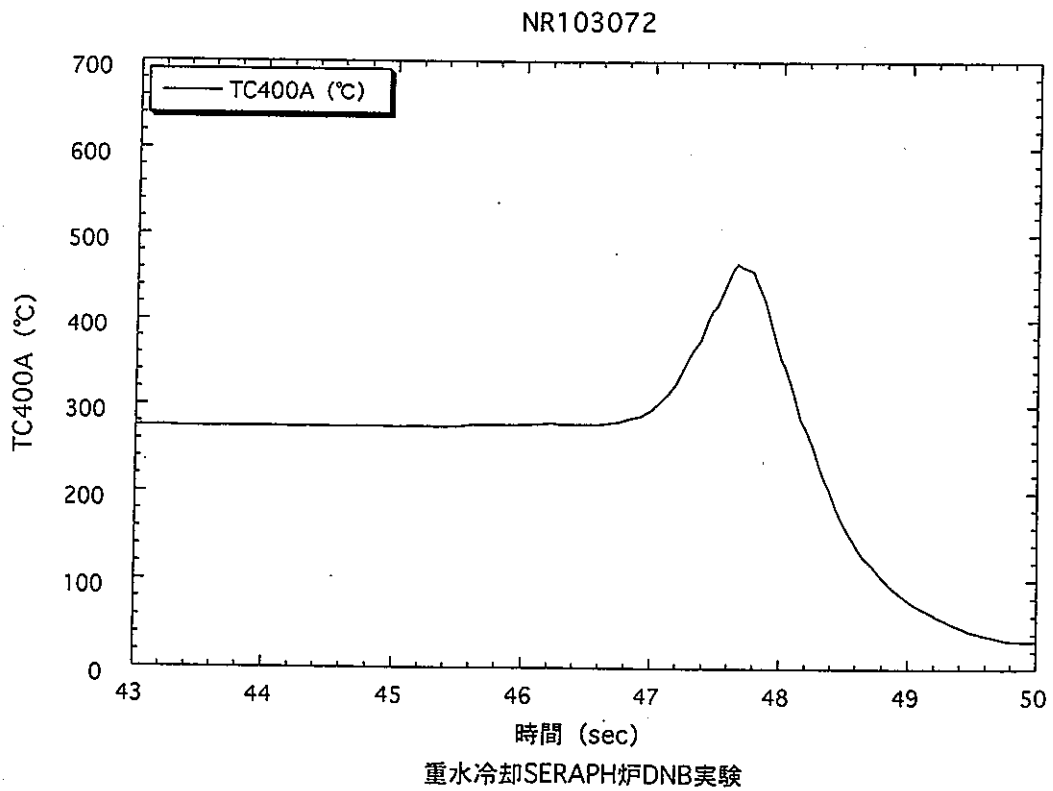
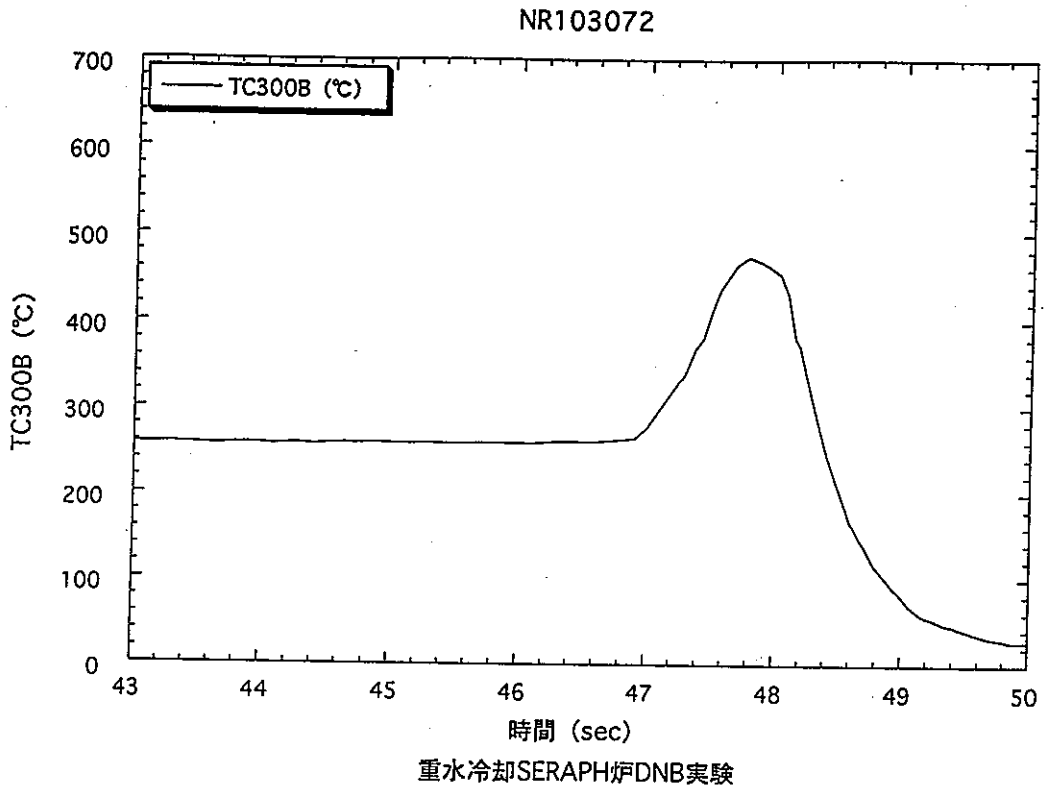
付図 2 - 1 2 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103082)
(TC500A, TC600B)



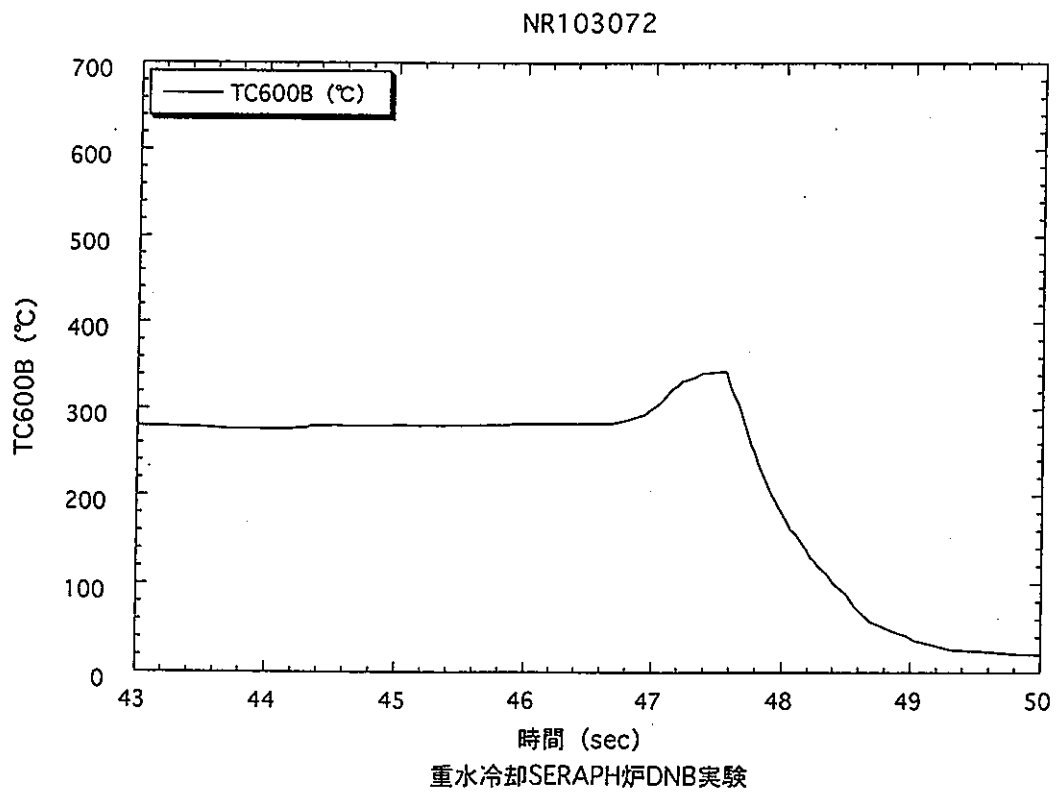
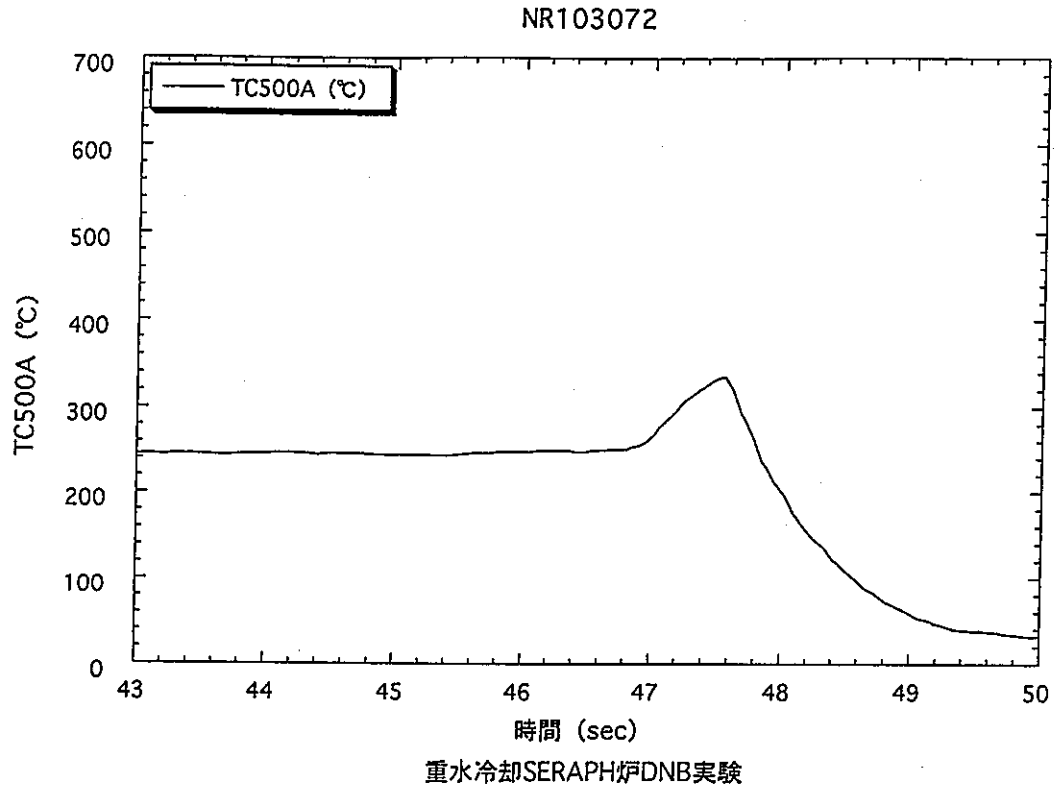
付図 2 - 1 3 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103072)
(上部導電棒内温度, TC050A)



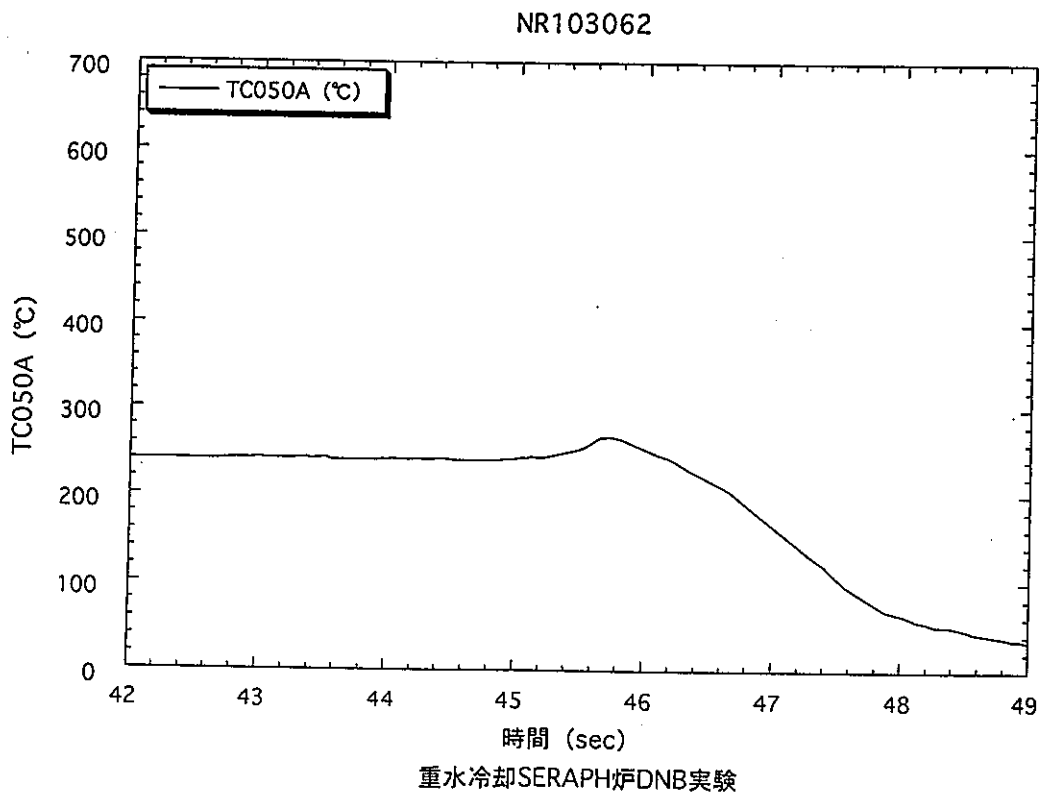
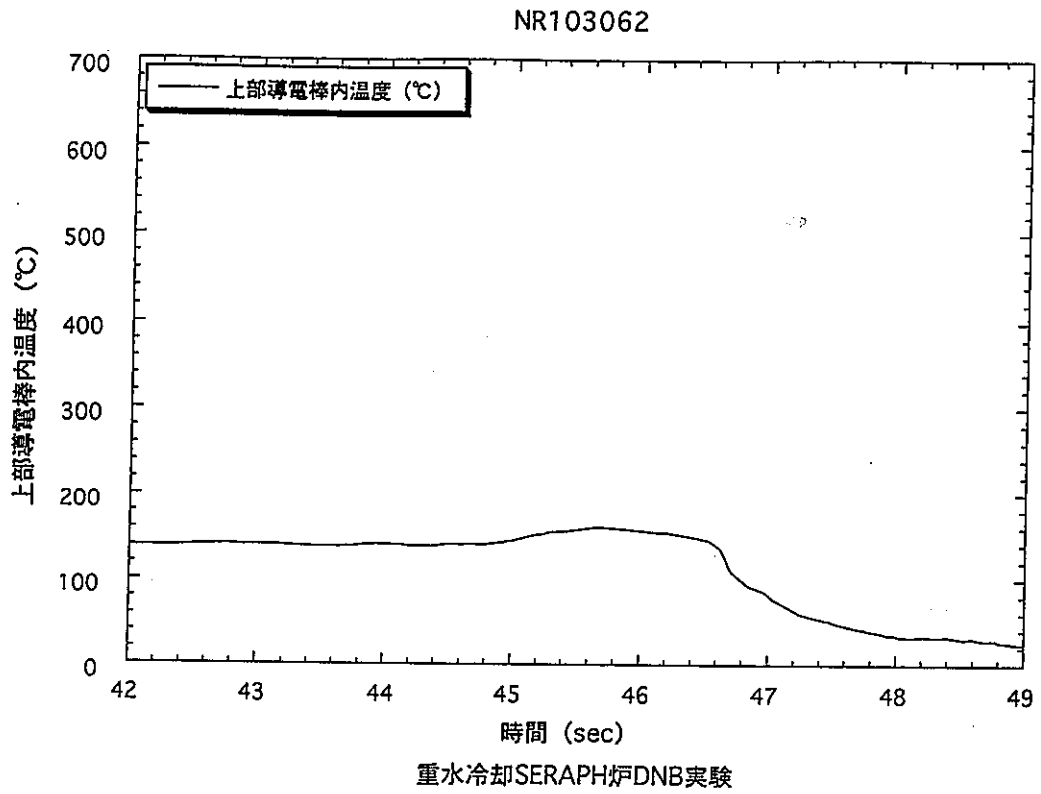
付図 2 - 1 4 円管出力分布炉試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103072)
(TC100A, TC200B)



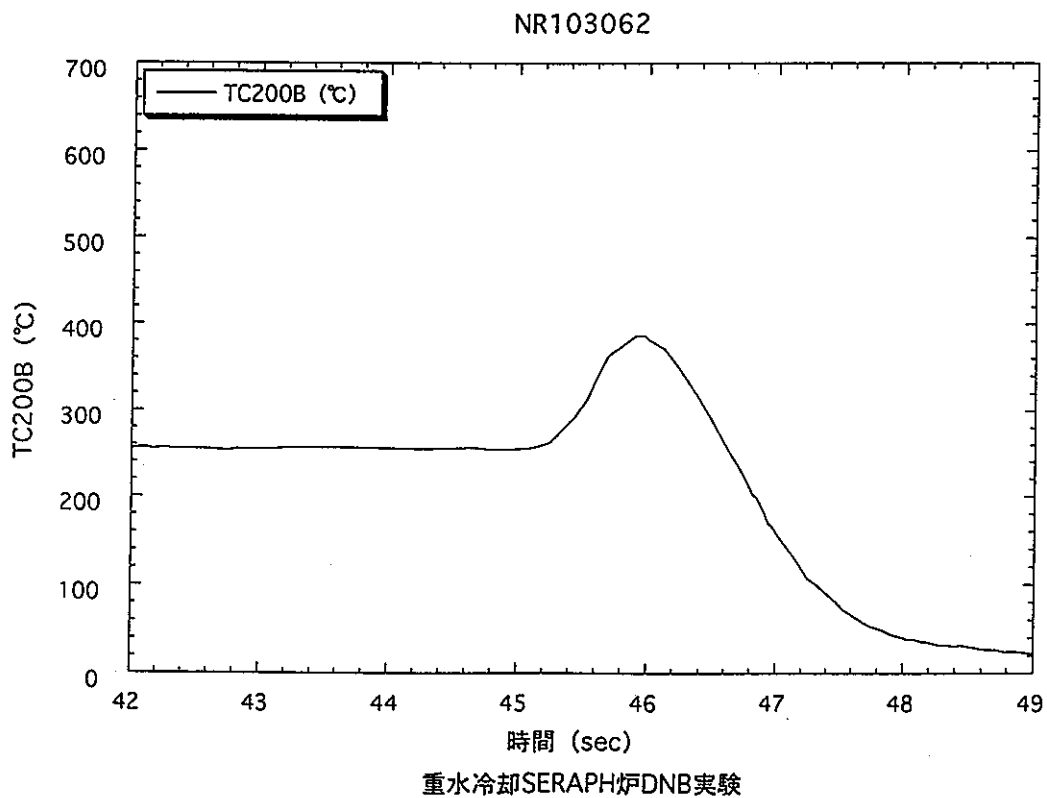
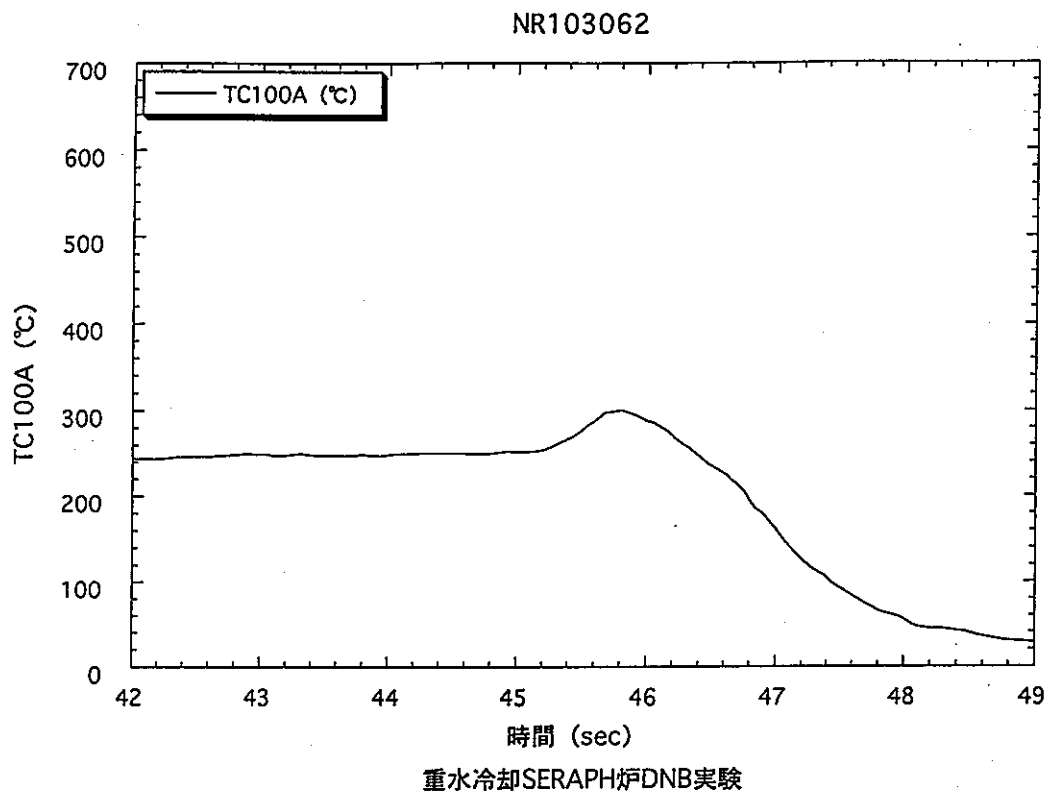
付図 2 - 1 5 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103072)
(TC300B, TC400A)



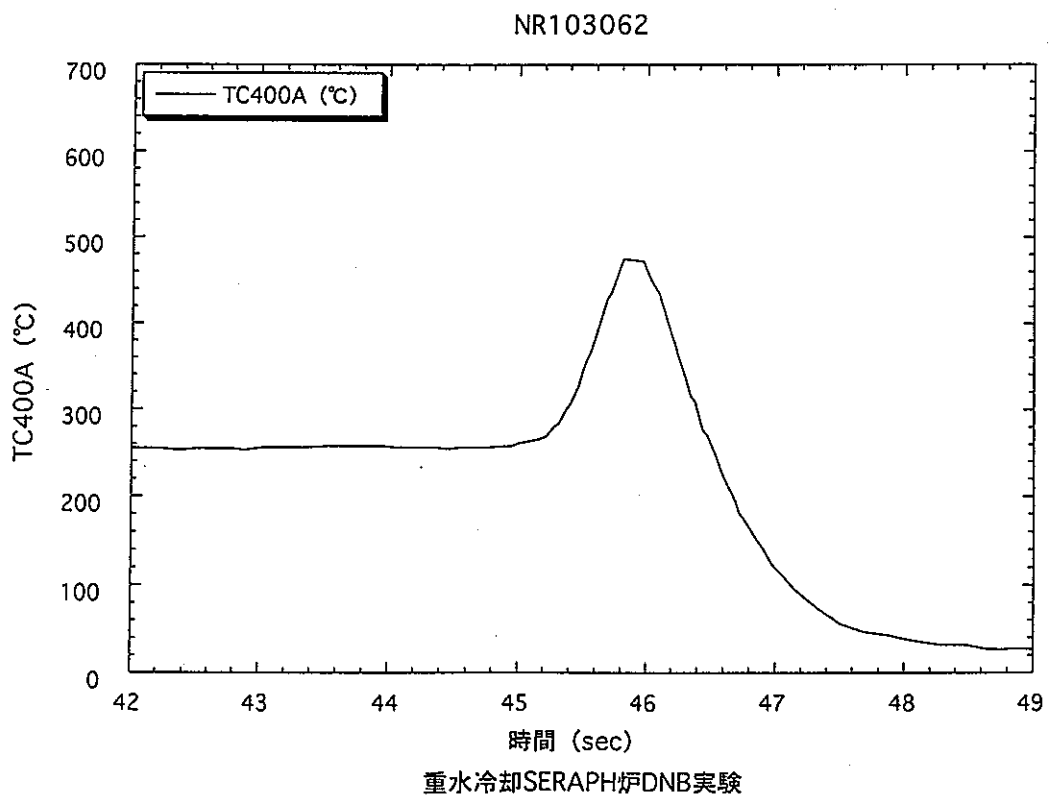
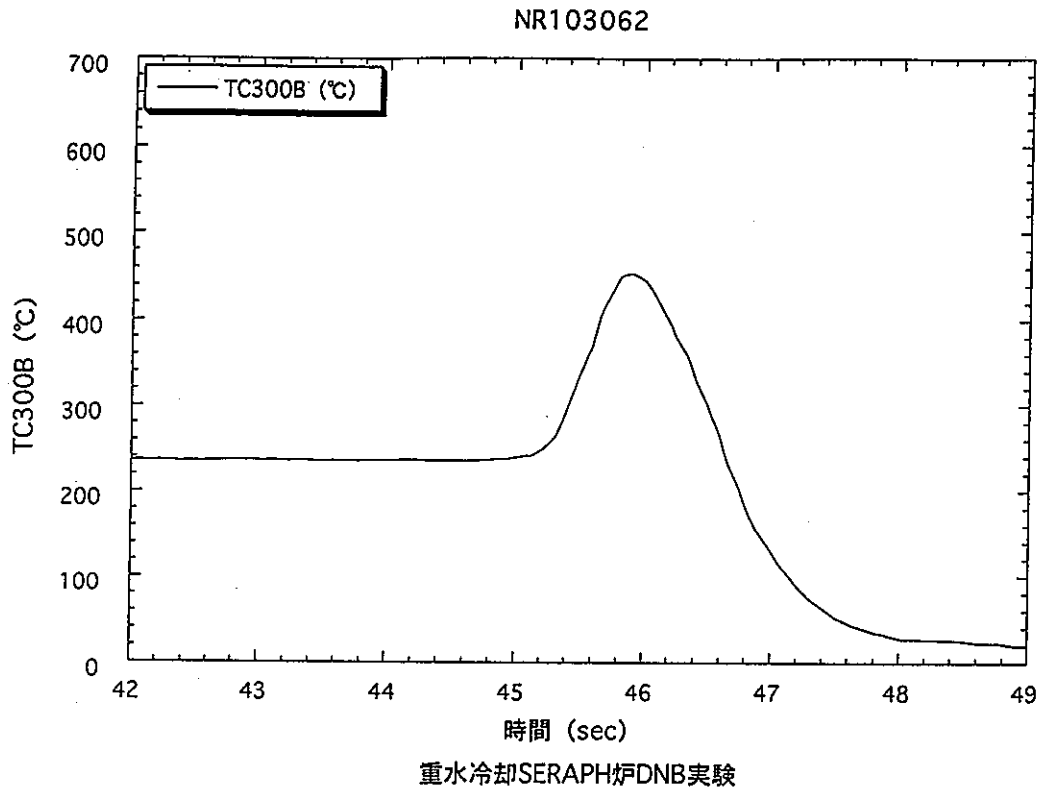
付図 2 - 1 6 円管出力分布炉内試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103072)
(TC500A, TC600B)



付図 2 - 1 7 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103062)
(上部導電棒内温度, TC050A)

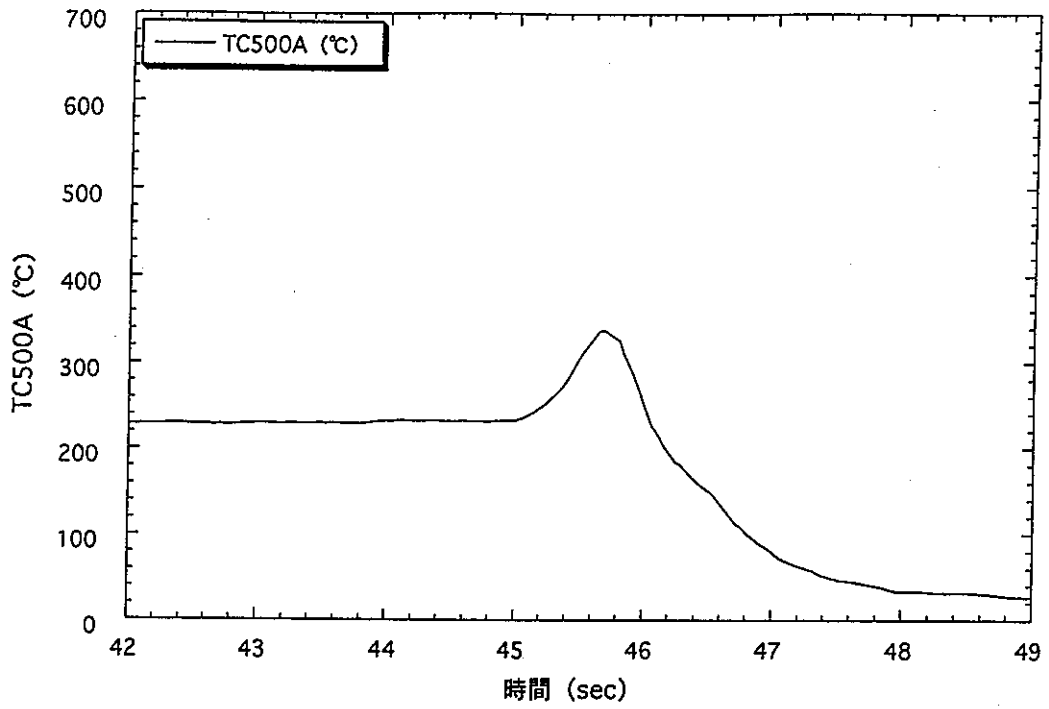


付図 2 - 1 8 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103062) (TC100A, TC200B)



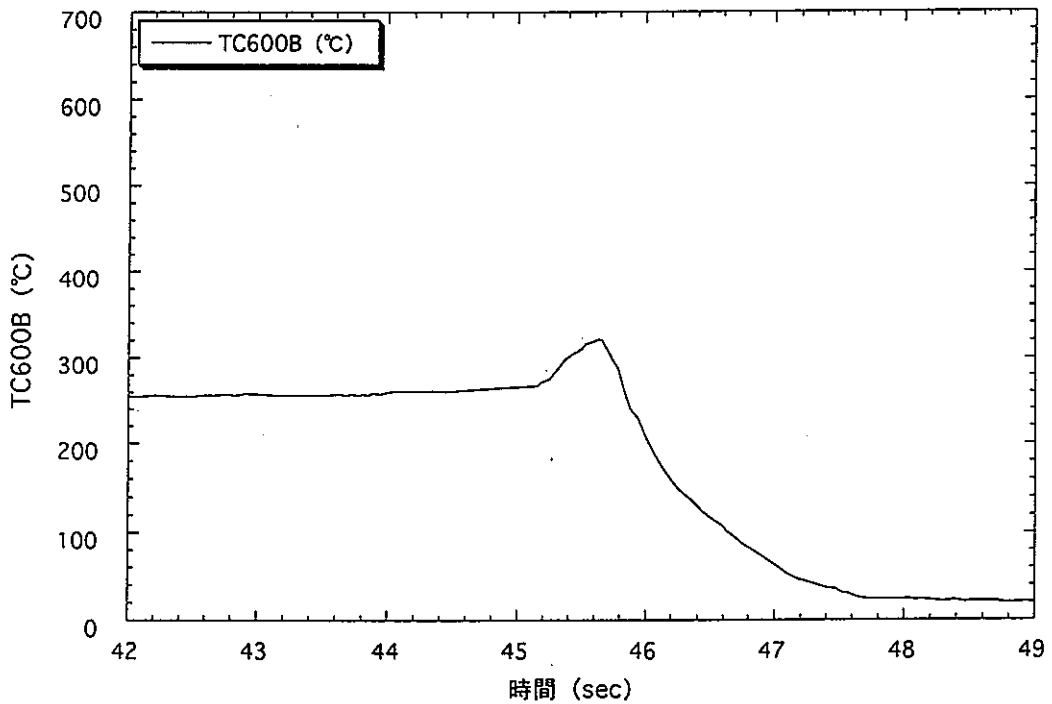
付図 2 - 1 9 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103062)
(TC300B, TC400A)

NR103062



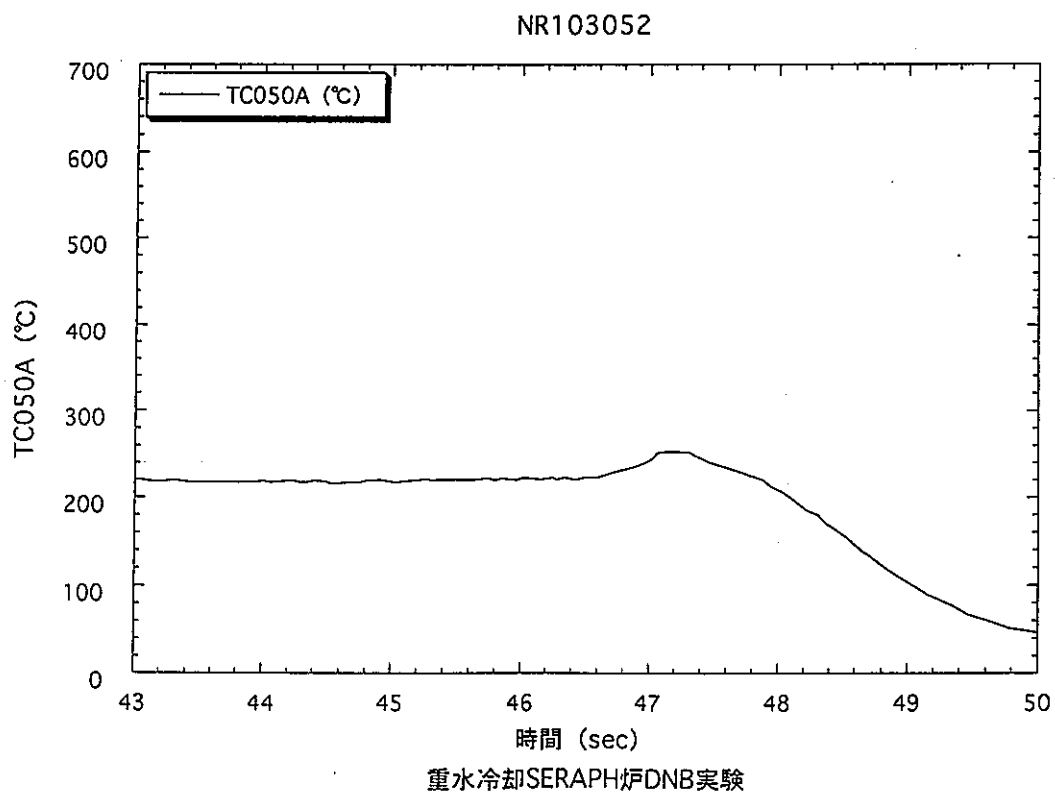
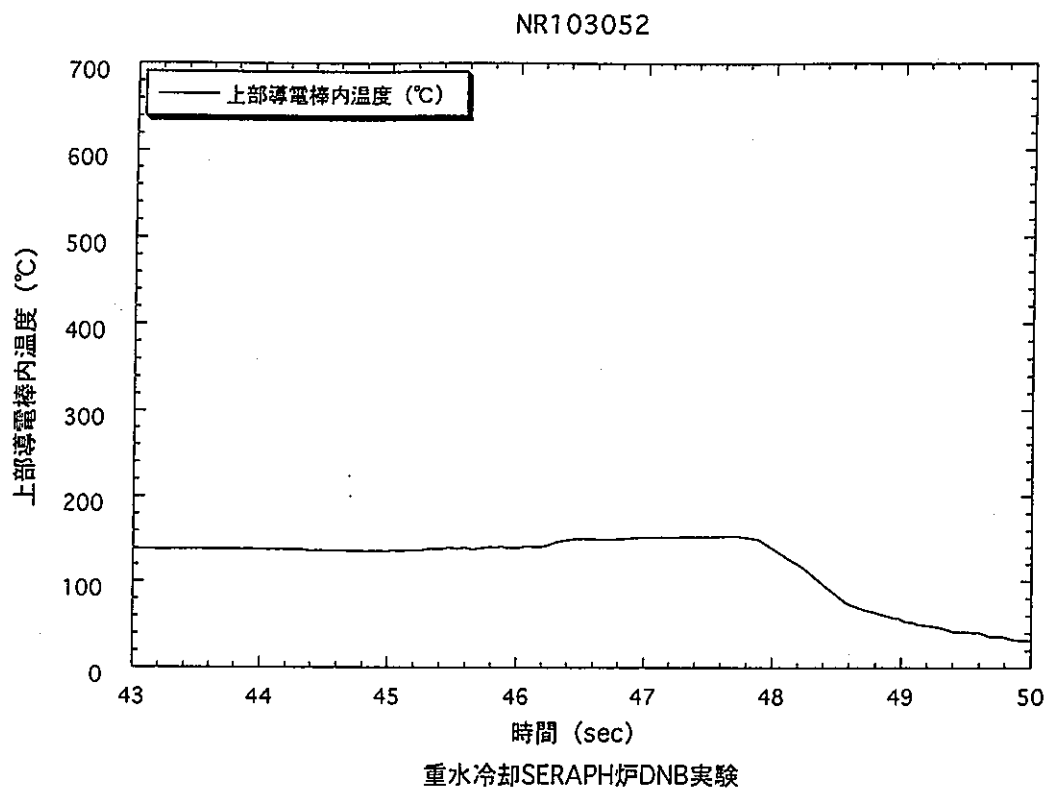
重水冷却SERAPH炉DNB実験

NR103062

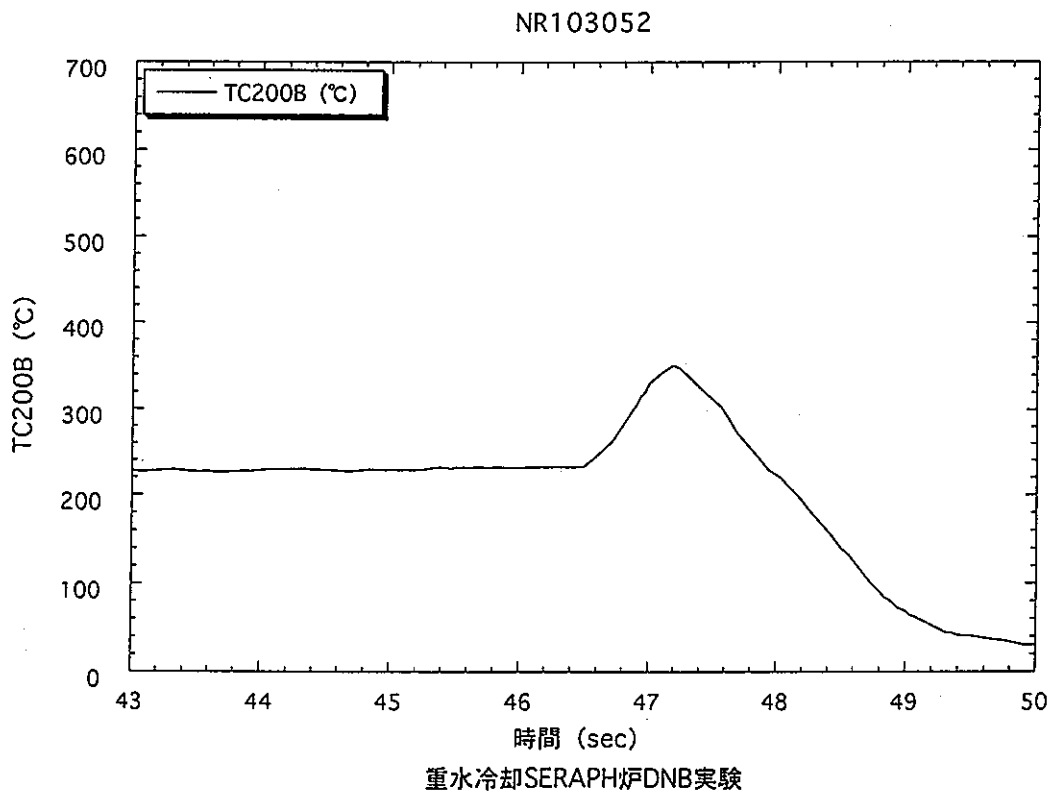
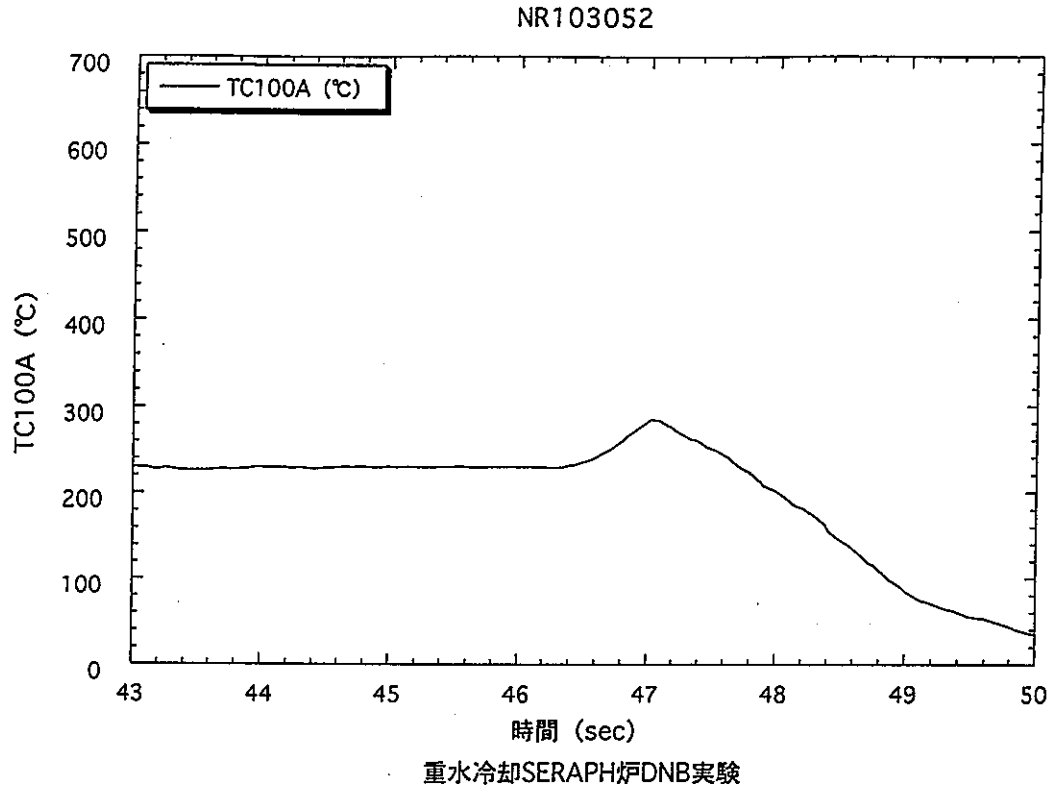


重水冷却SERAPH炉DNB実験

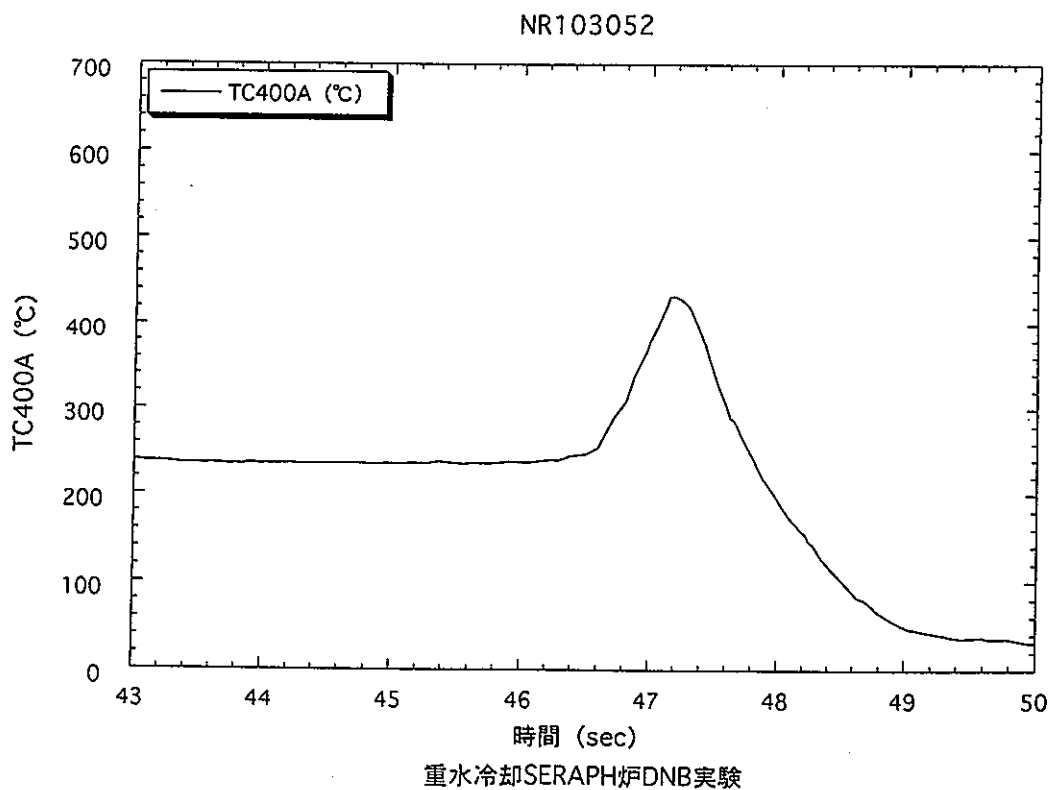
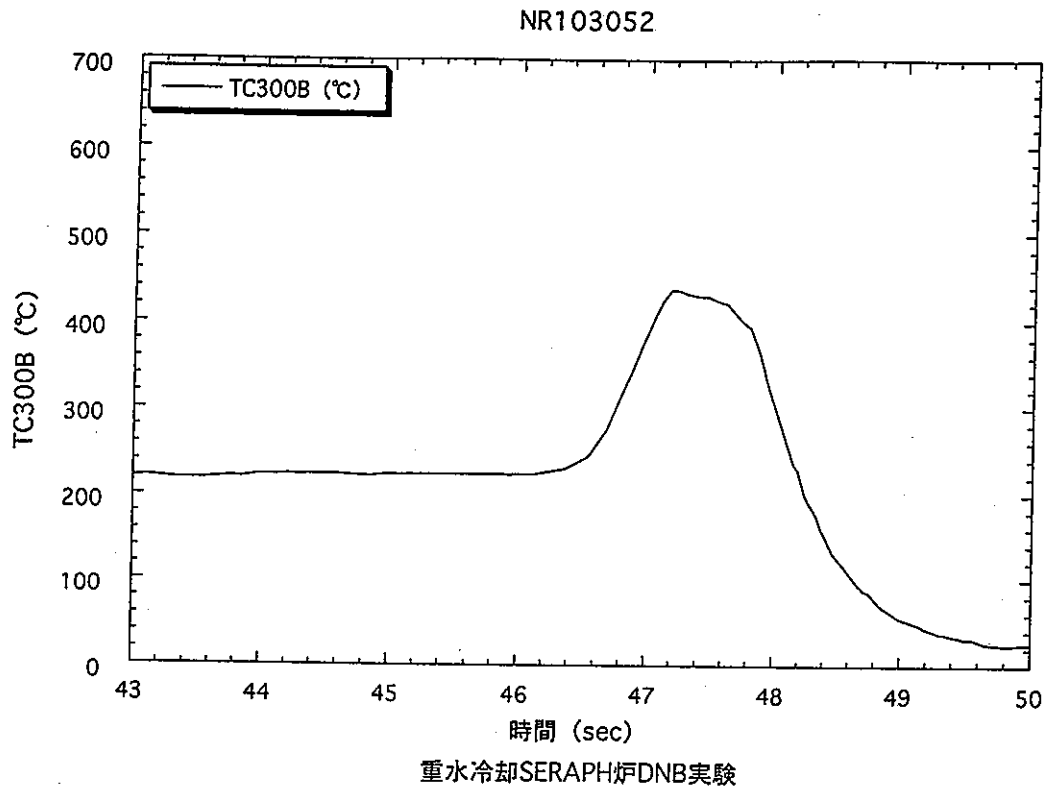
付図 2 - 2 0 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103062) (TC500A, TC600B)



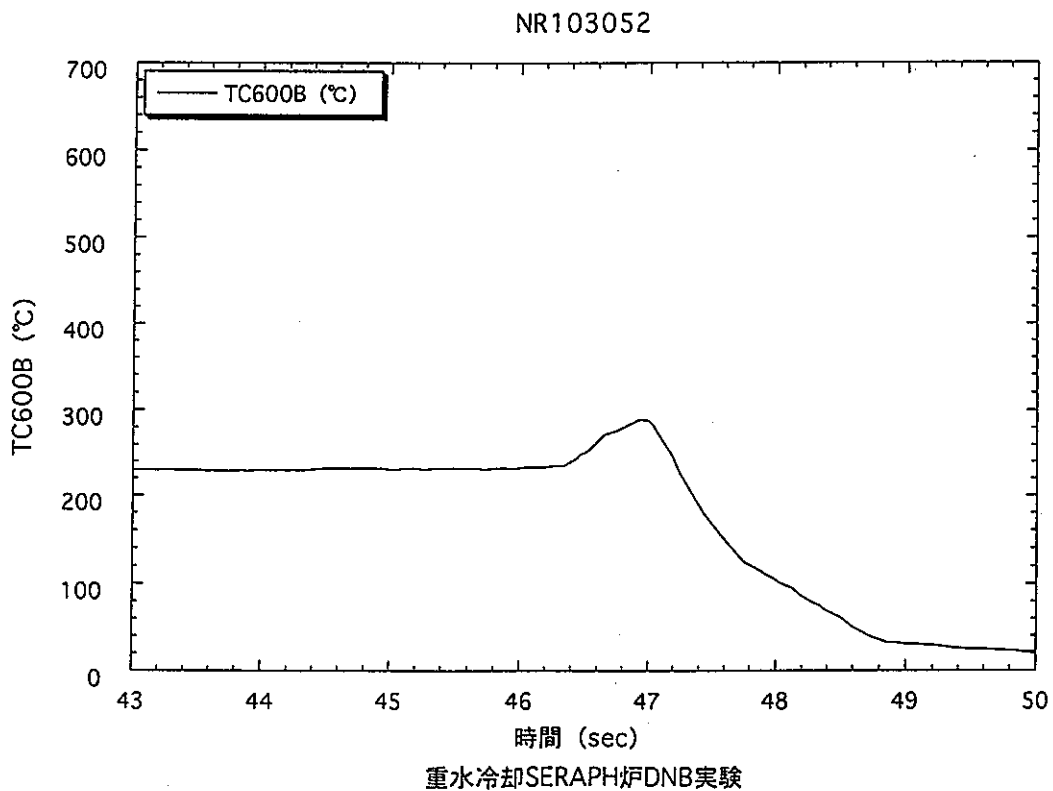
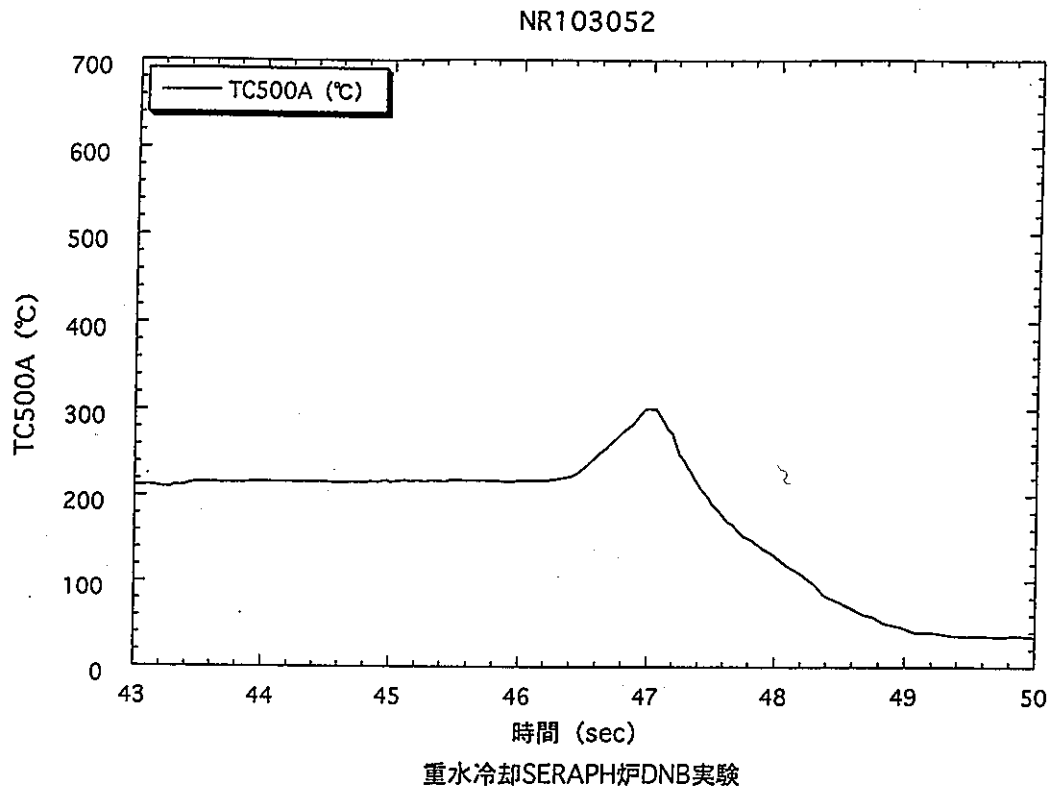
付図 2 - 2 1 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103052)
(上部導電棒内温度, TC050A)



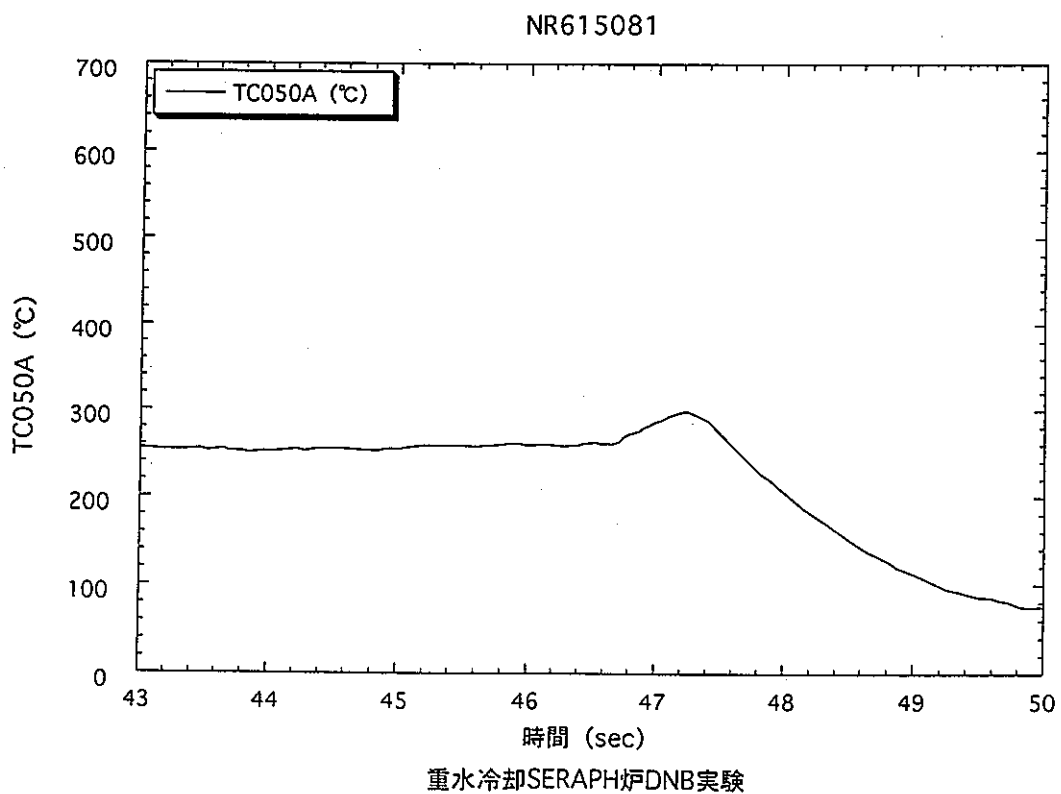
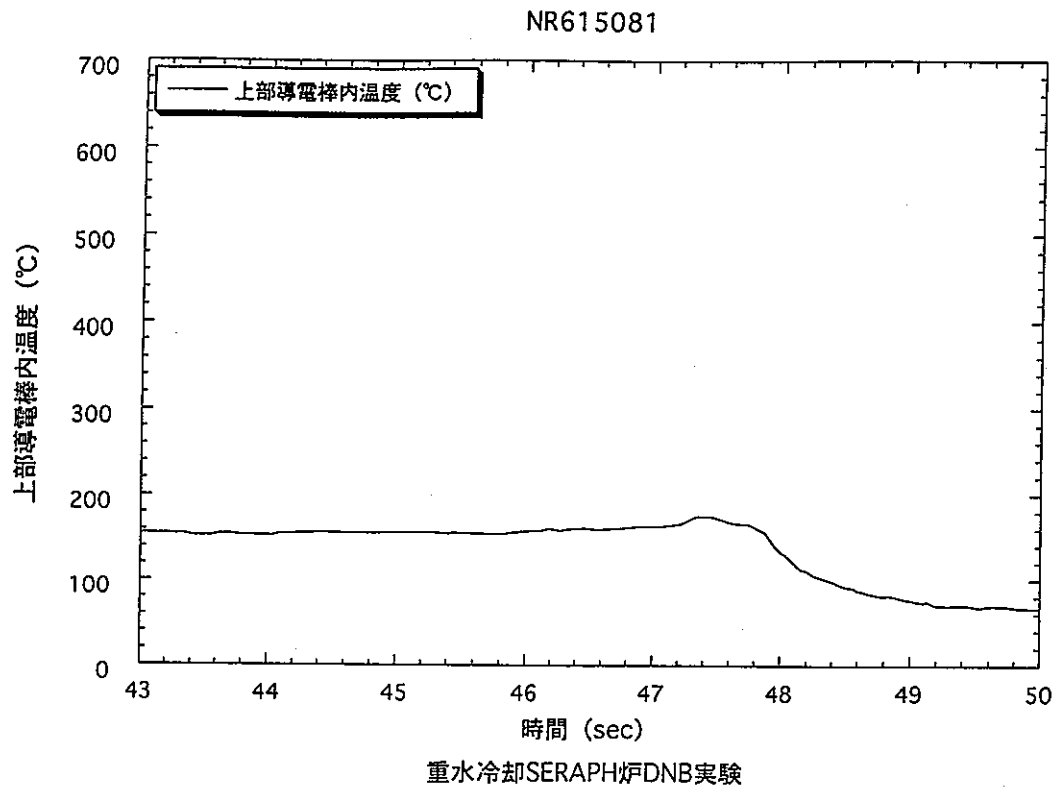
付図 2 - 2 2 コイ分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103052)
(TC100A, TC200B)



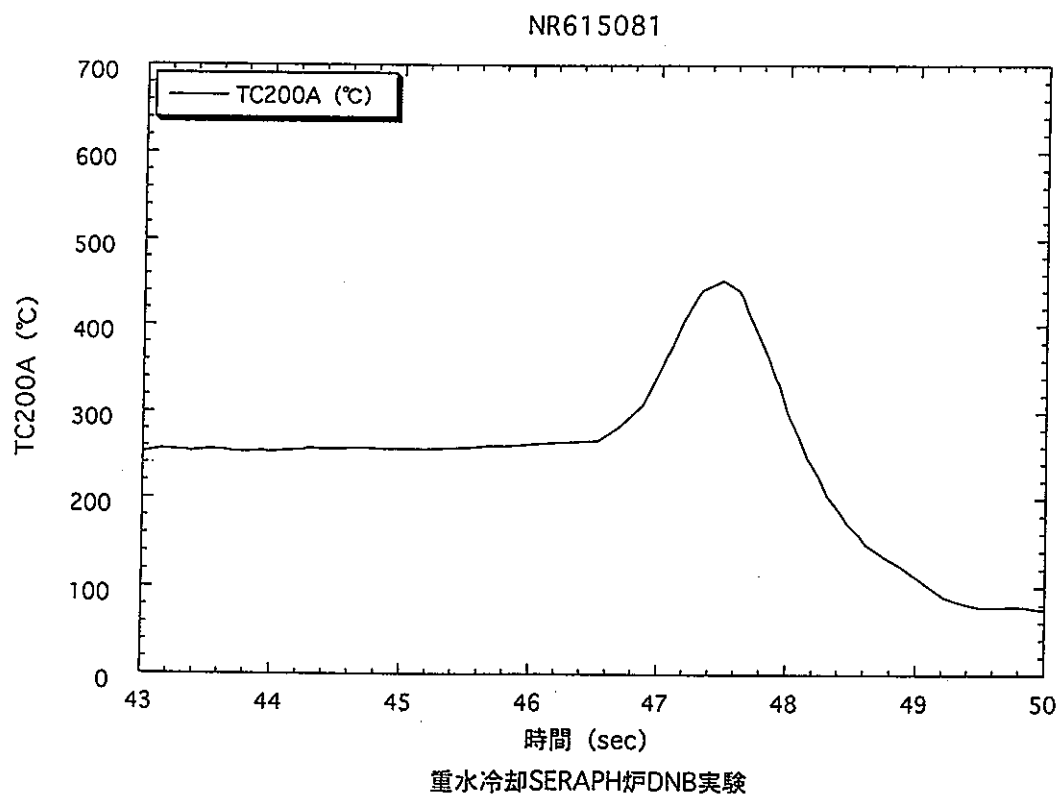
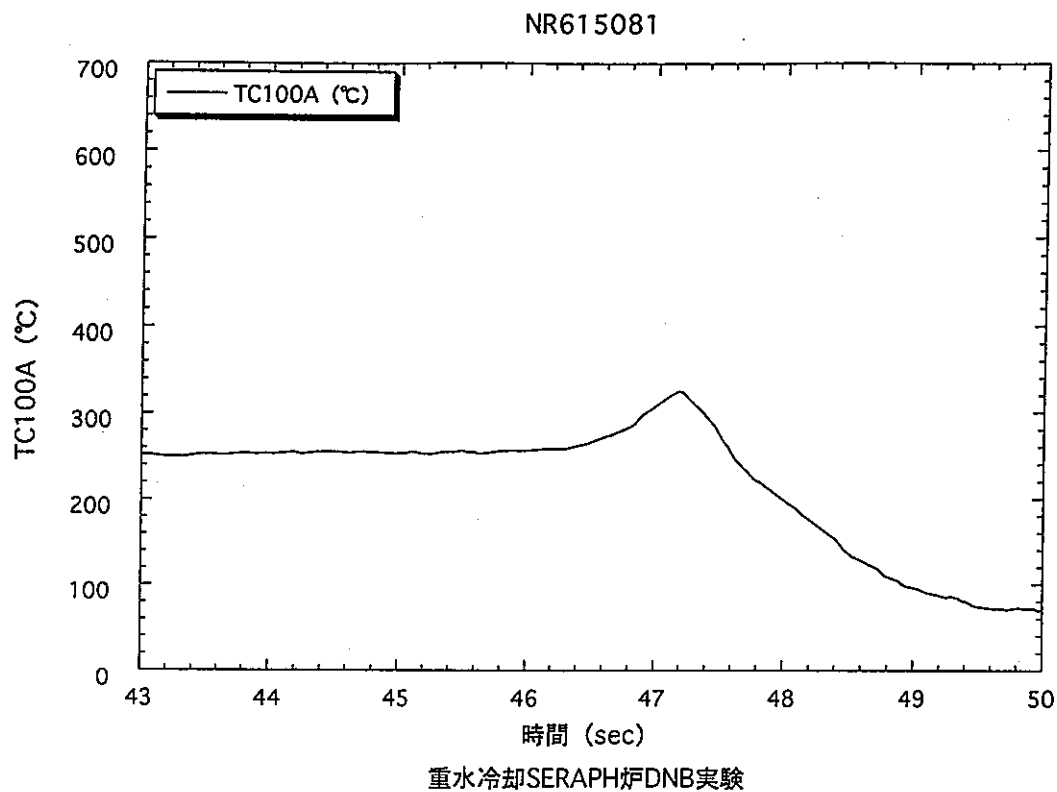
付図 2 - 2 3 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103052) (TC300B, TC400A)



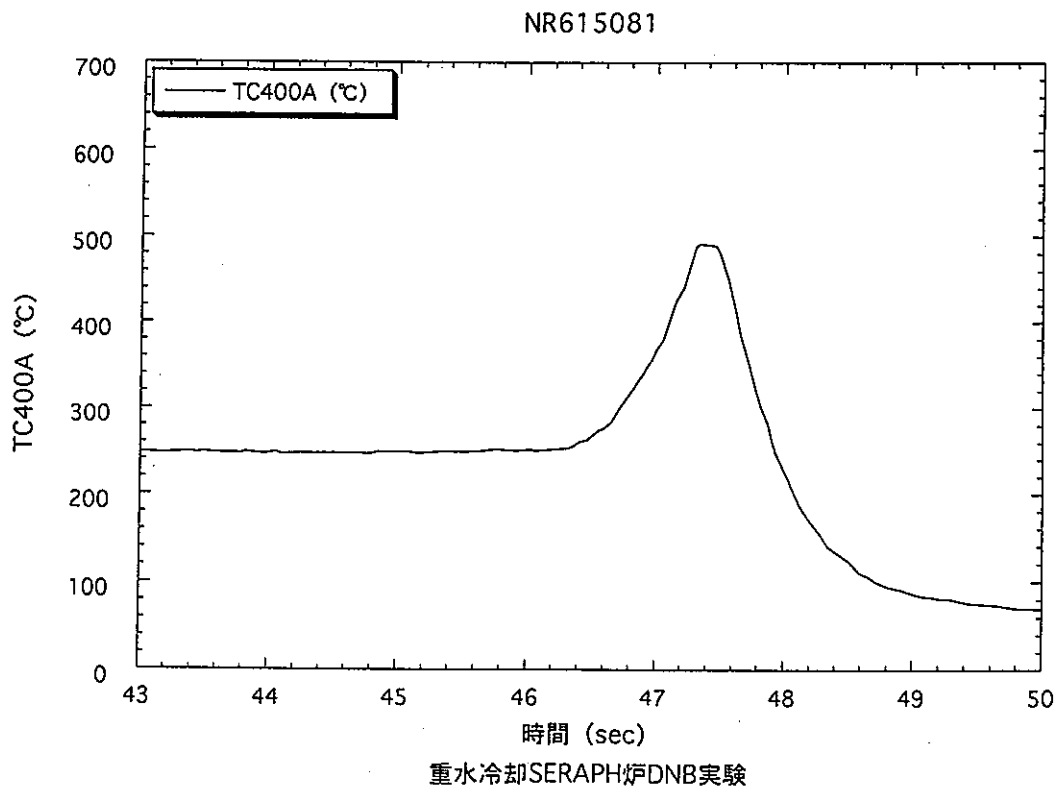
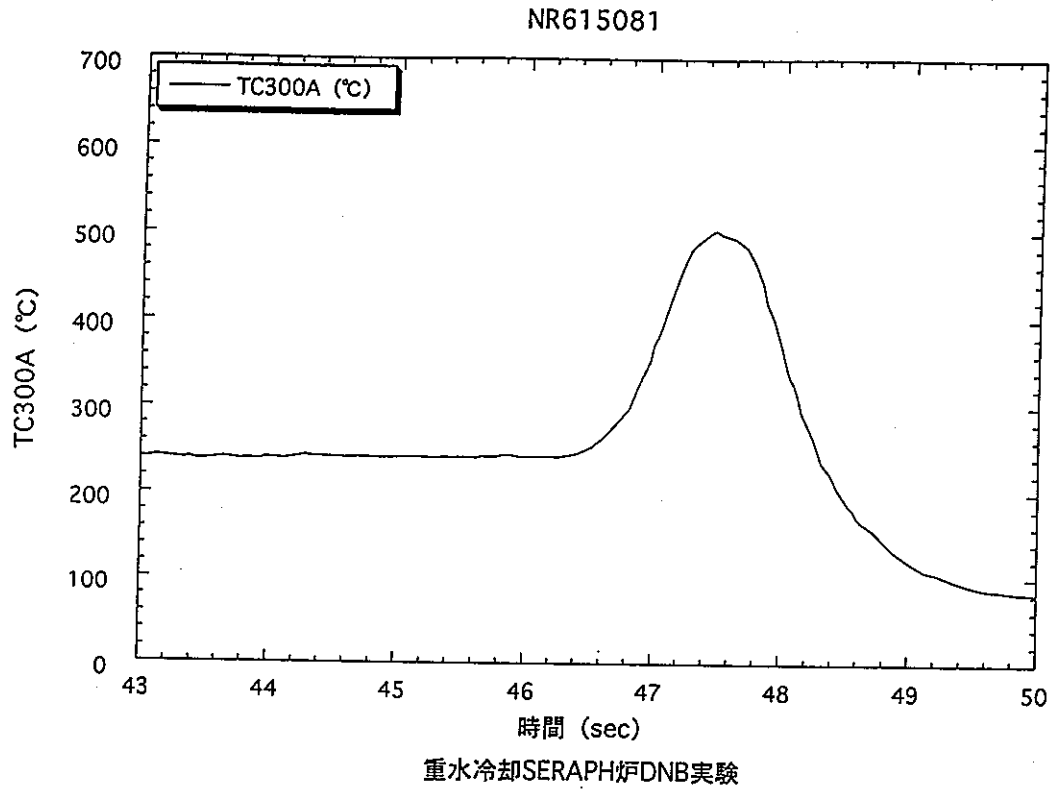
付図 2 - 2 4 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR103052) (TC500A, TC600B)



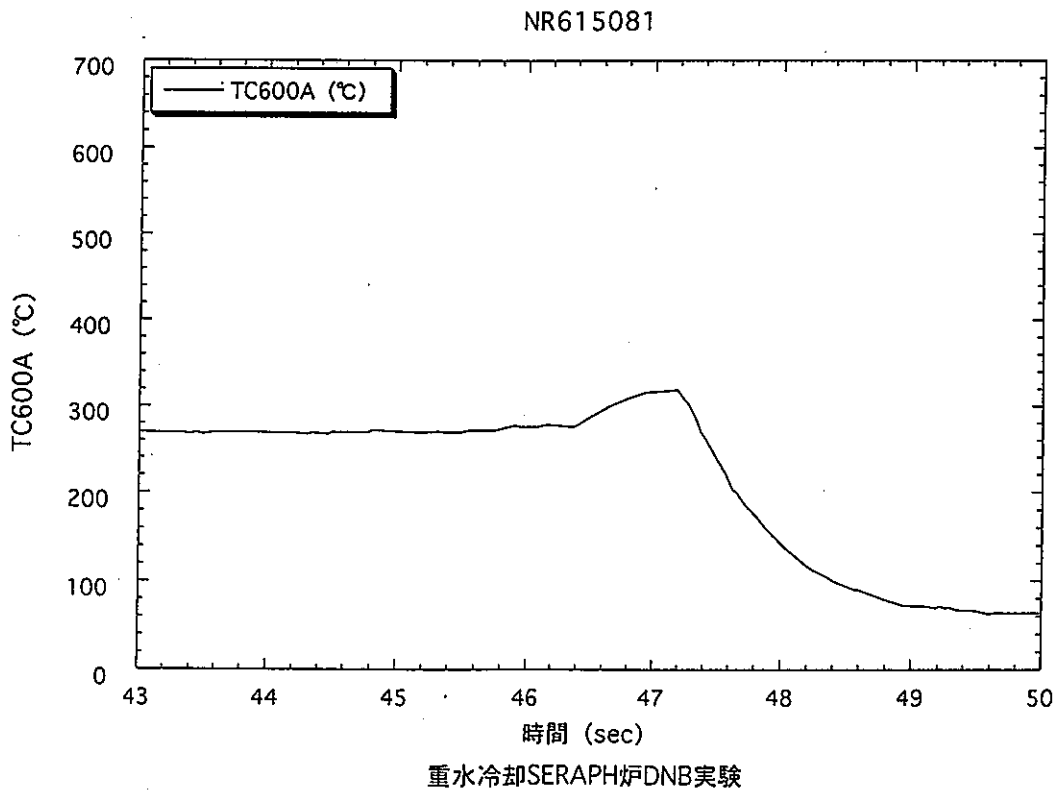
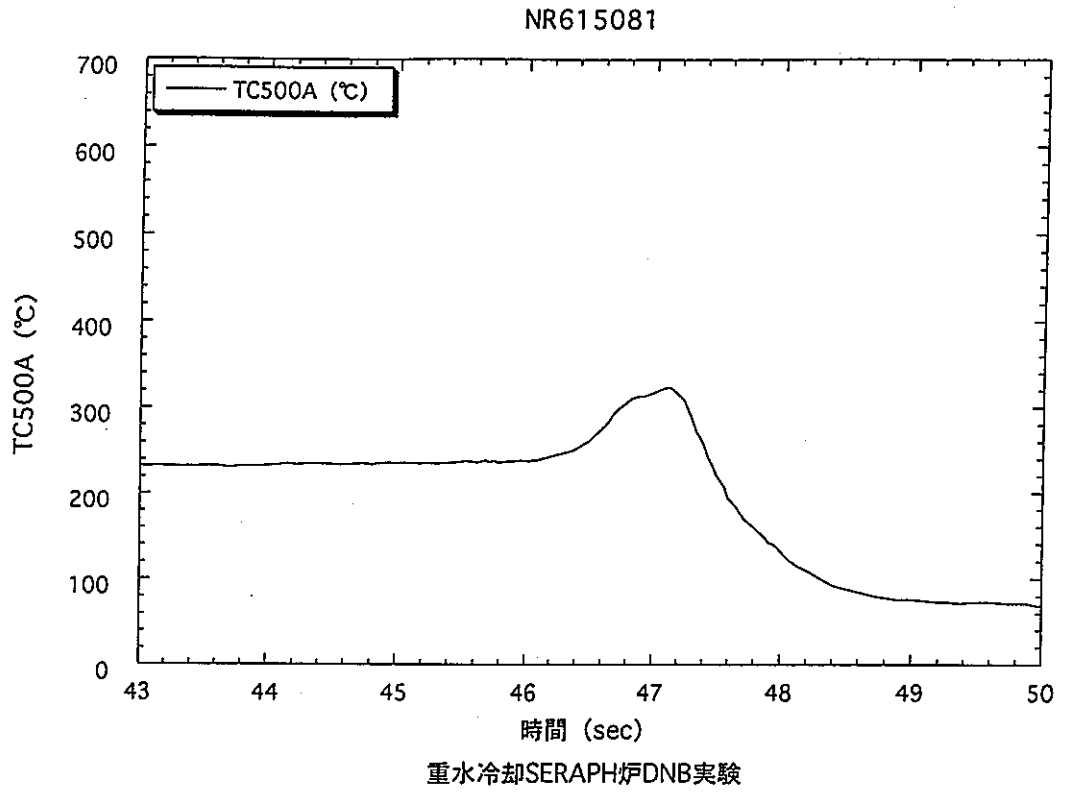
付図 2 - 2 5 コイ分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR615081)
(上部導電棒内温度, TC050A)



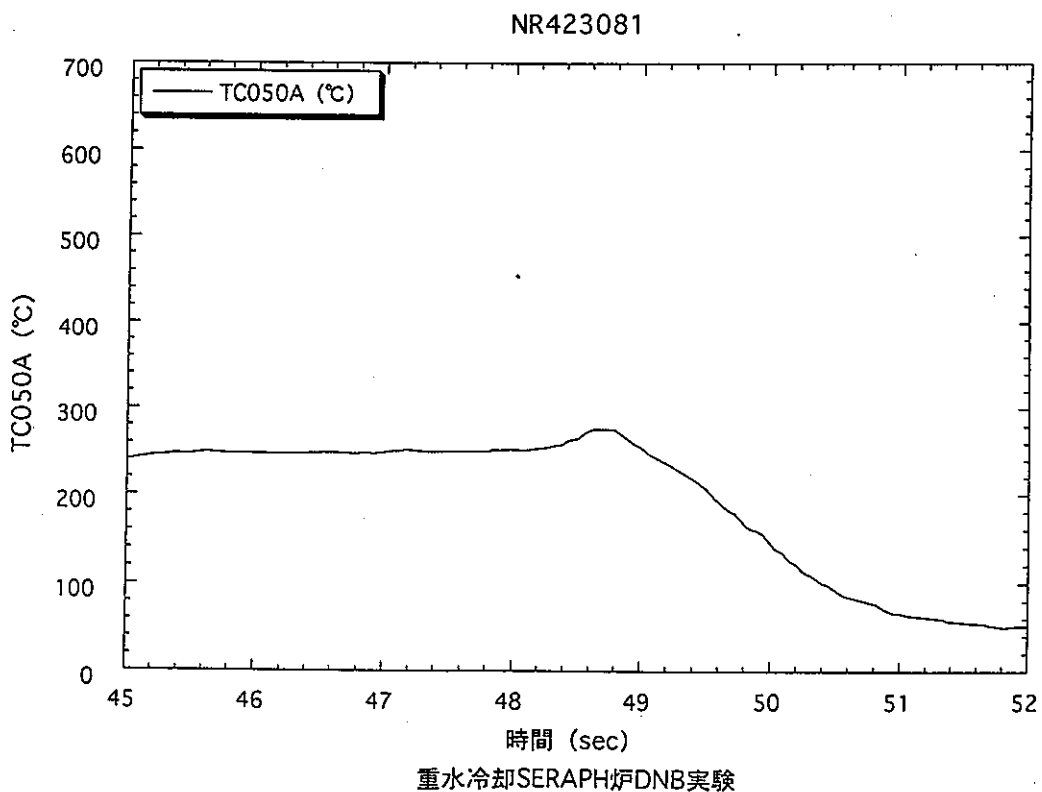
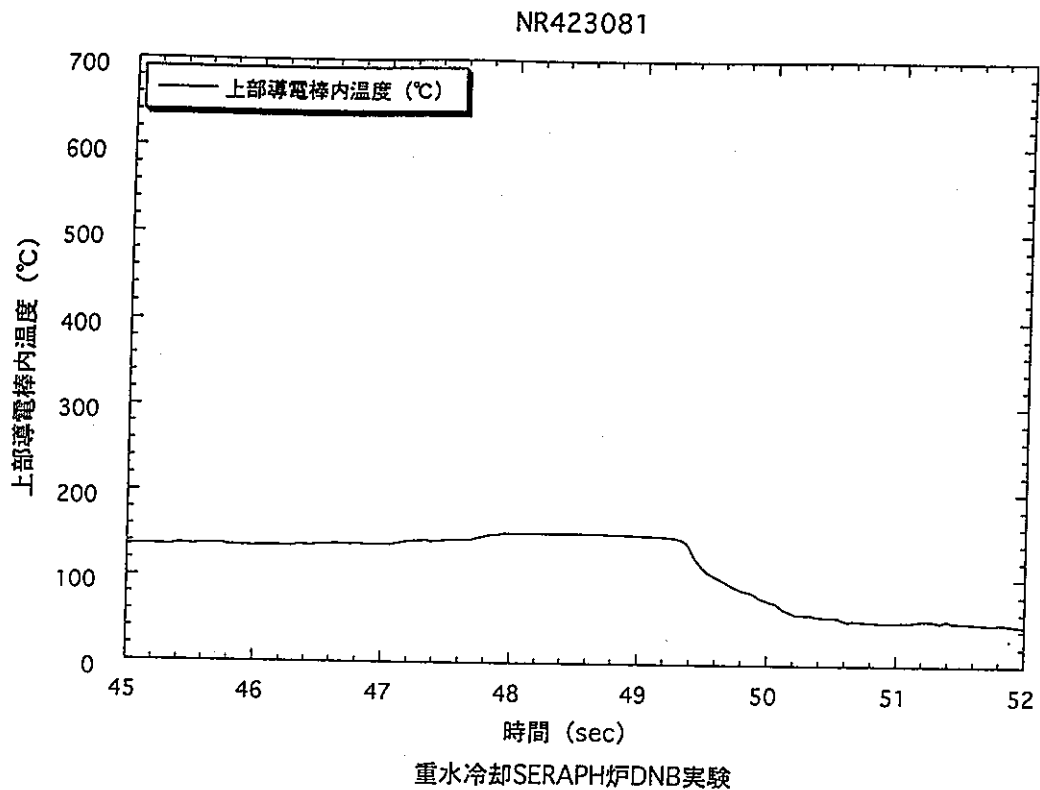
付図 2 - 2 6 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR615081)
(TC100A, TC200A)



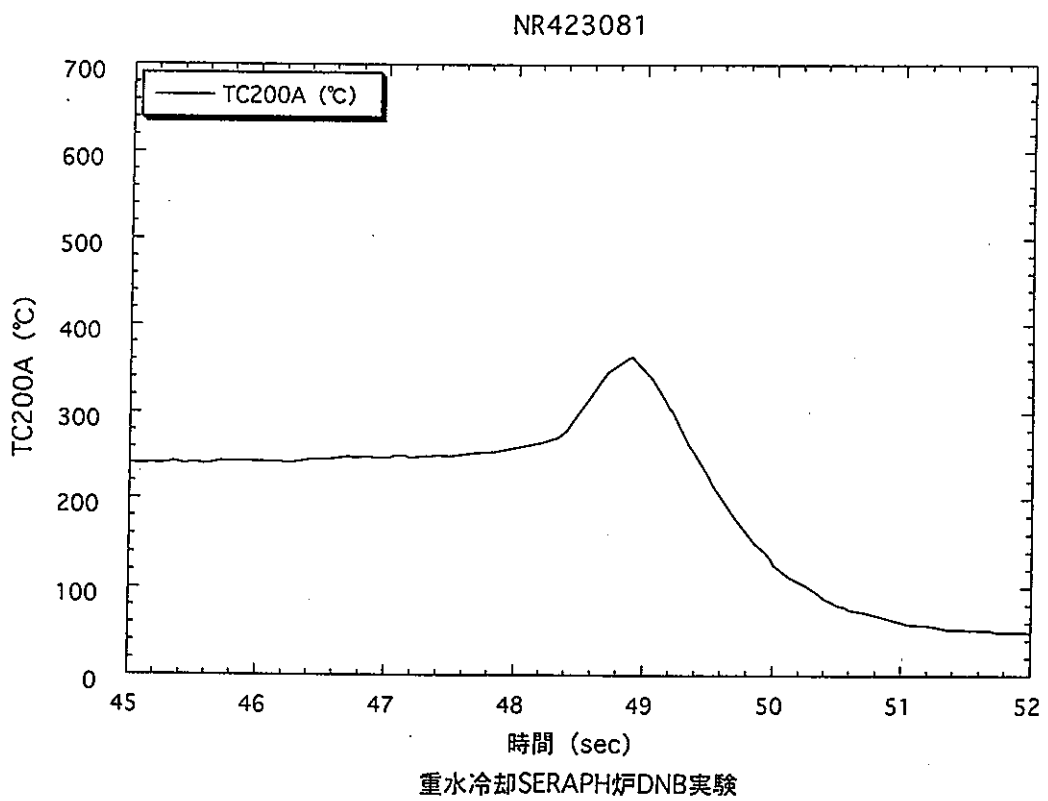
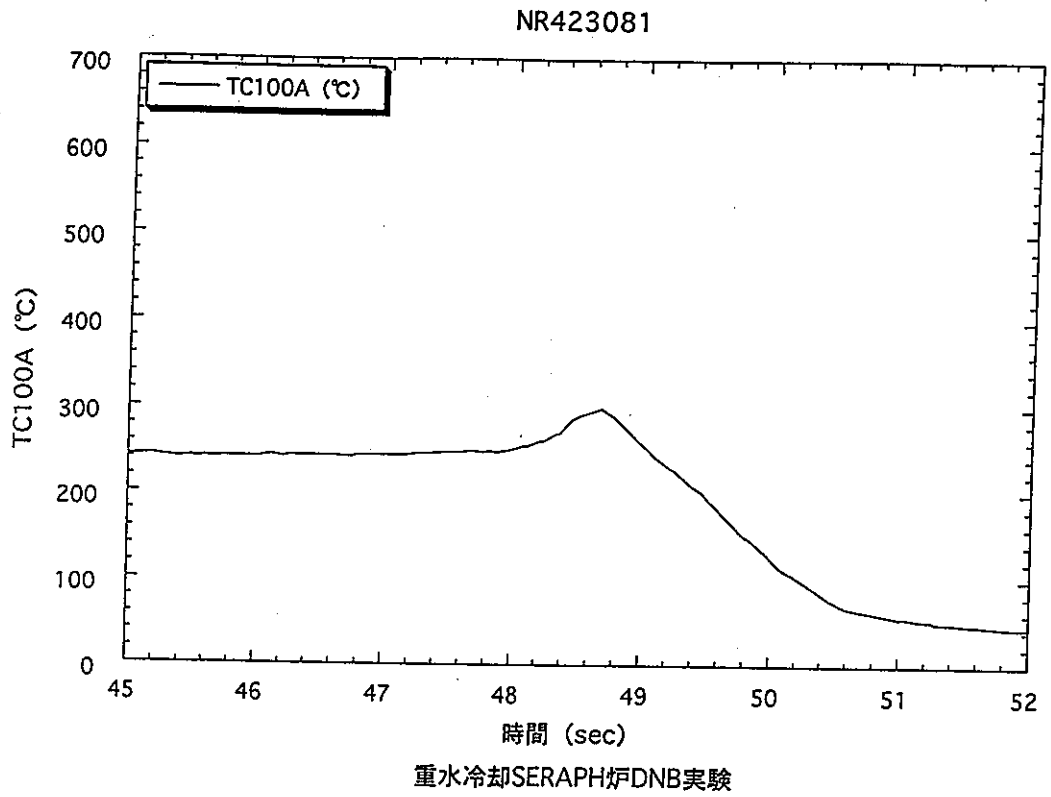
付図 2 - 2 7 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR615081) (TC300A, TC400A)



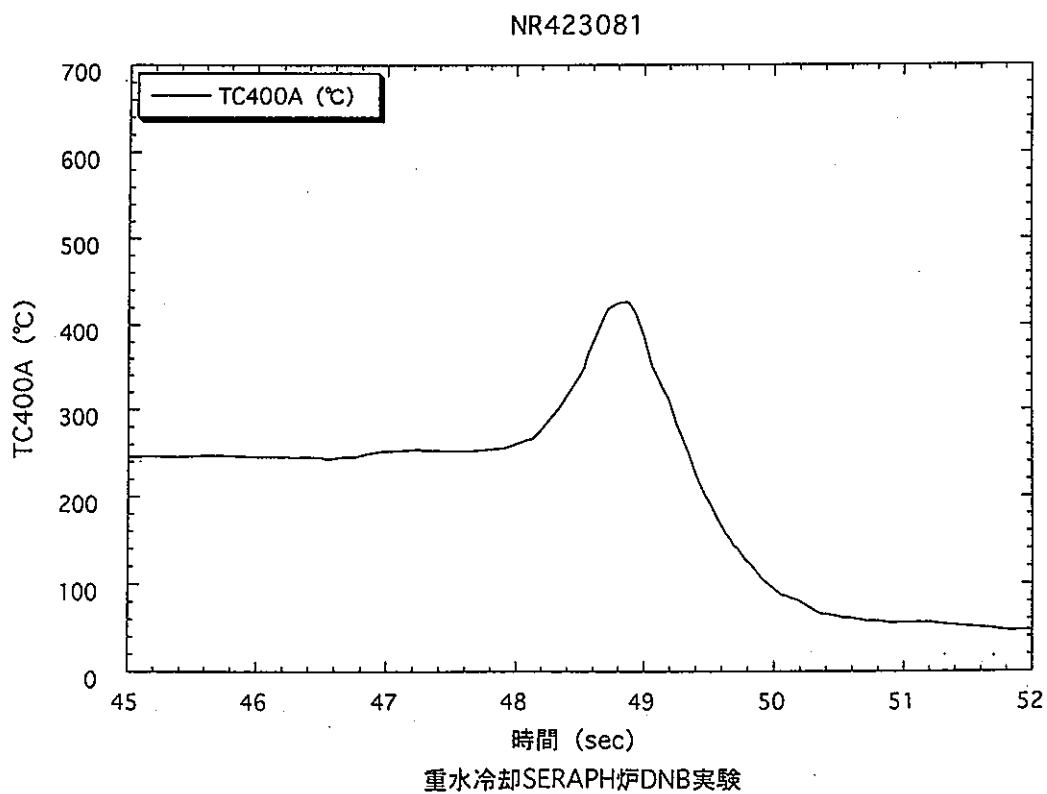
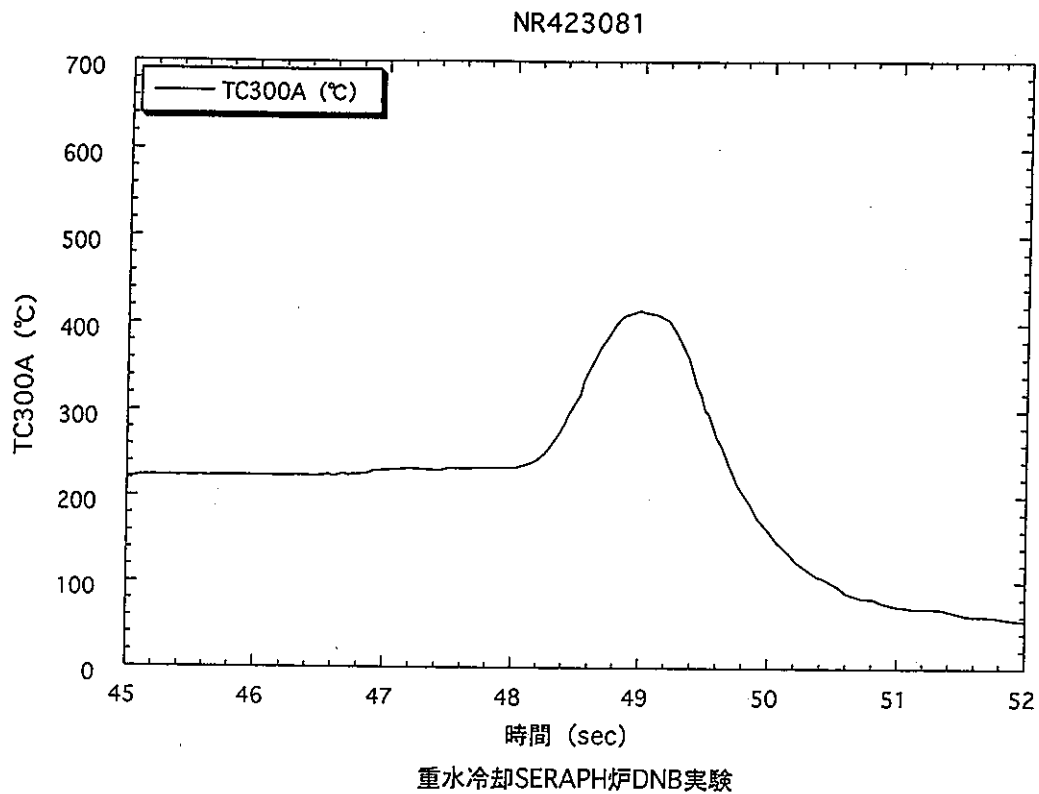
付図 2 - 2 8 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR615081)
(TC500A, TC600A)



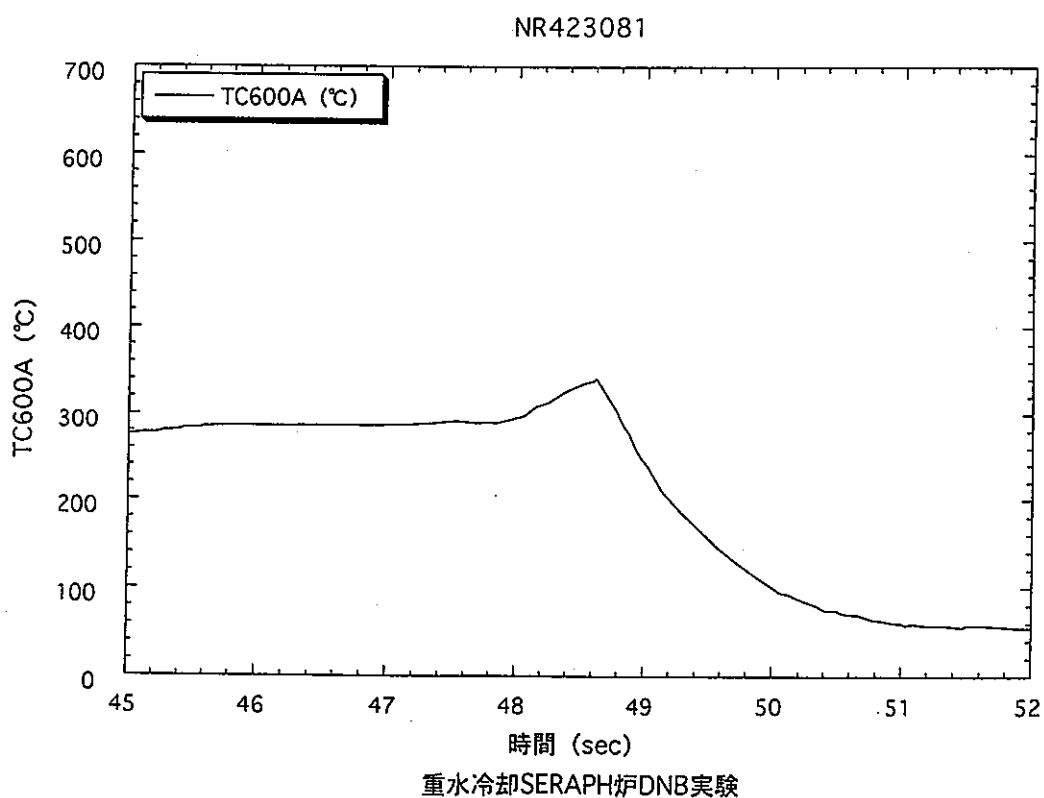
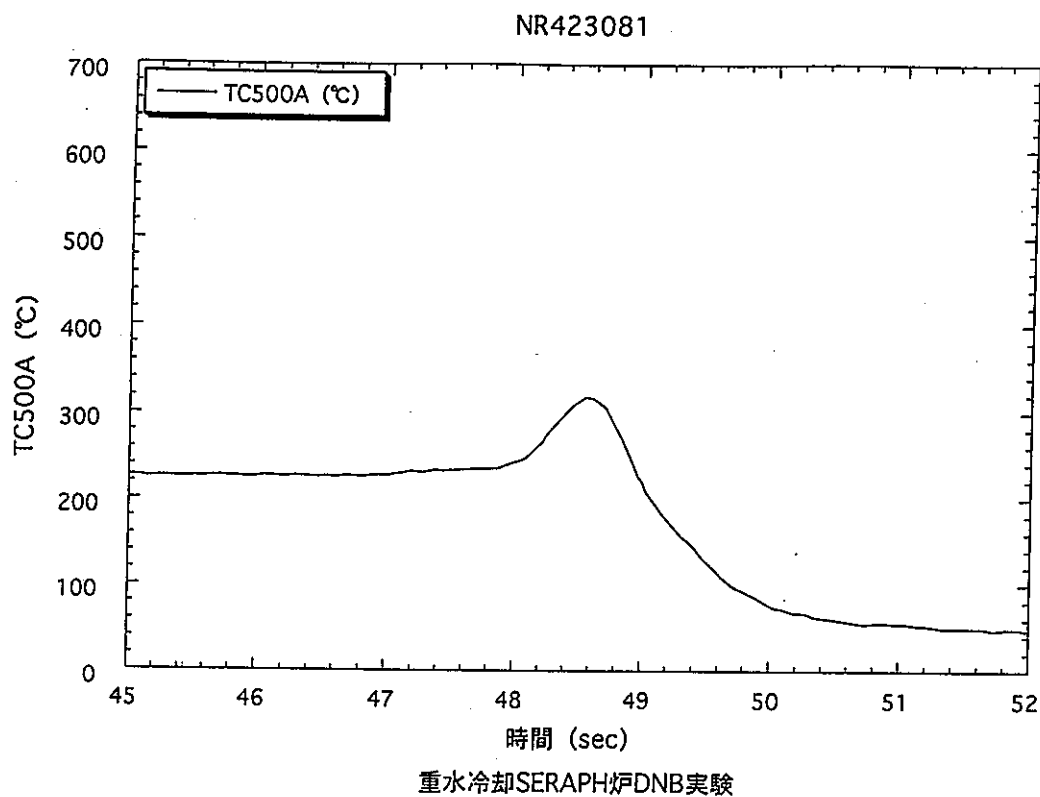
付図 2 - 2 9 コイ分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR423081)
(上部導電棒内温度, TC050A)



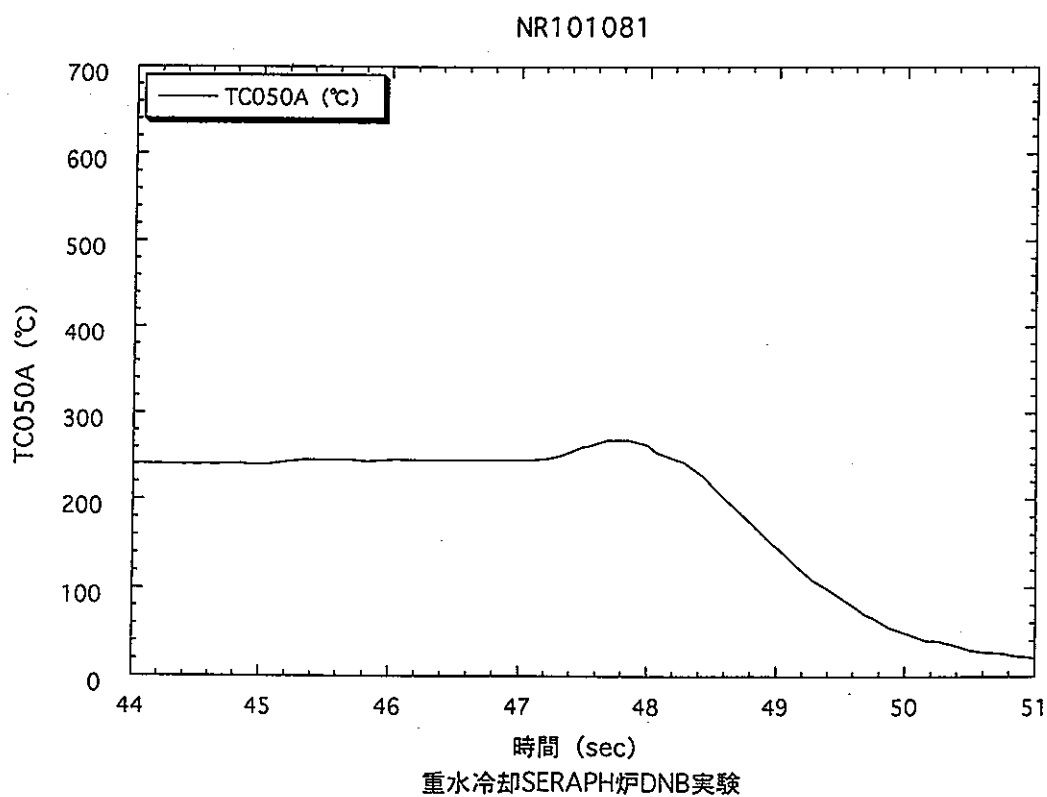
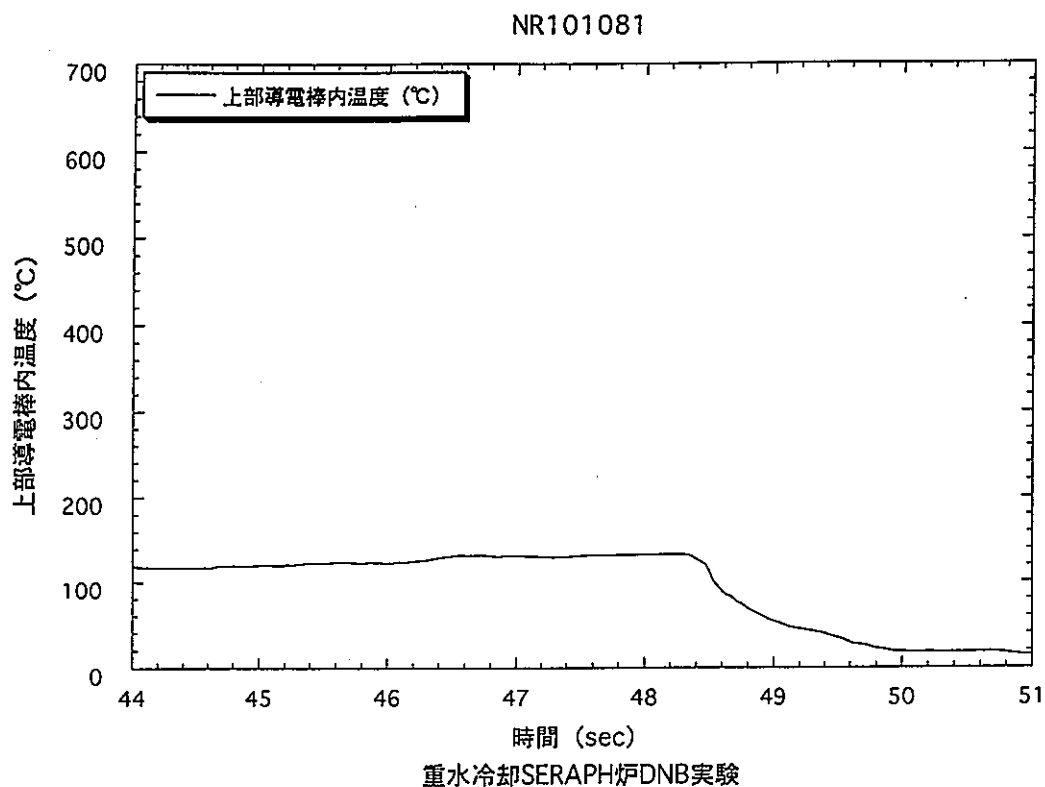
付図 2 - 3 0 円分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR423081)
(TC100A, TC200A)



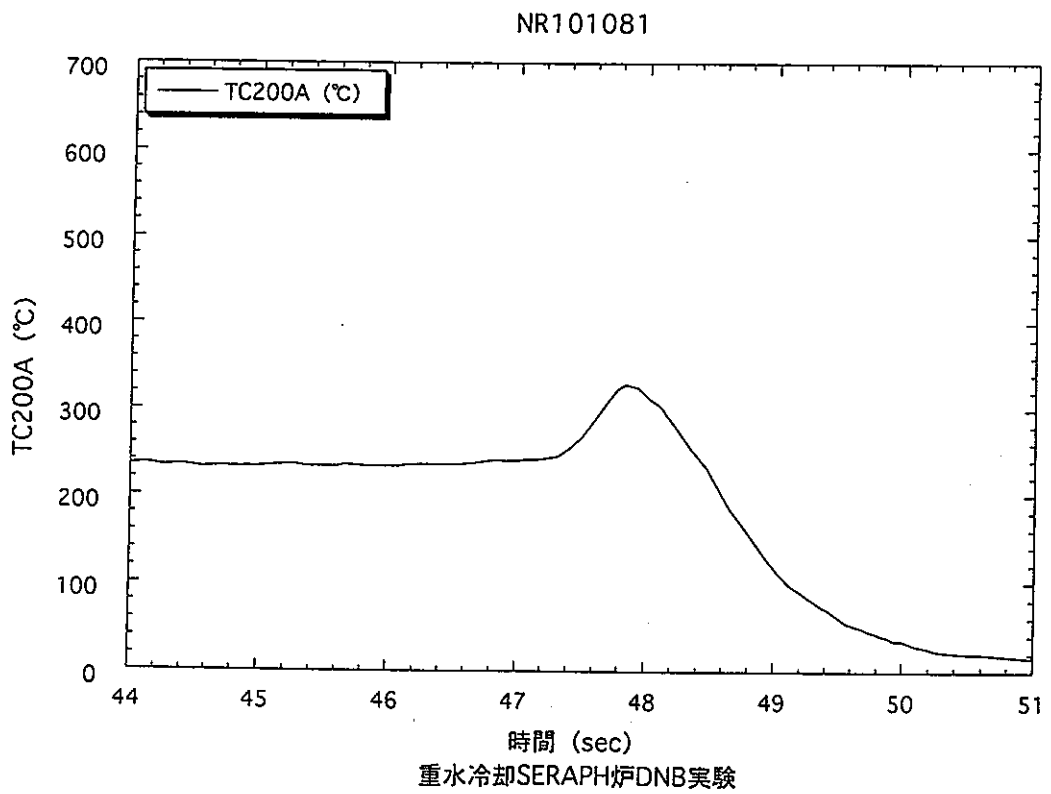
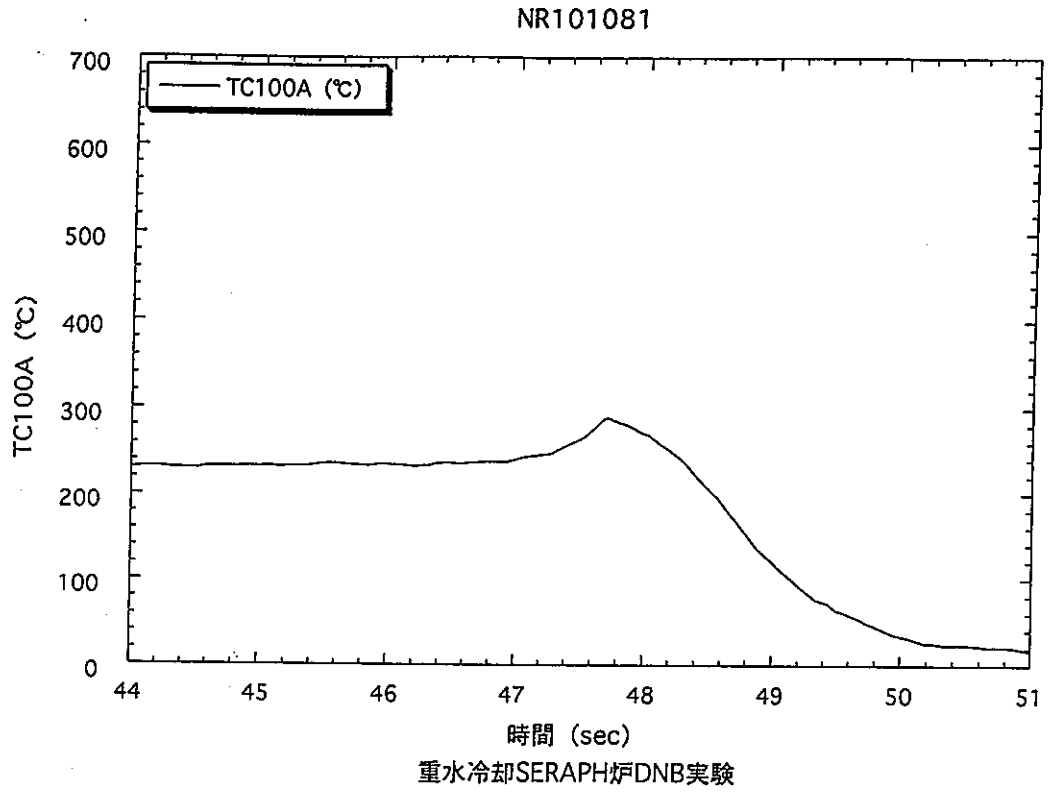
付図 2 - 3 1 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR423081)
(TC300A, TC400A)



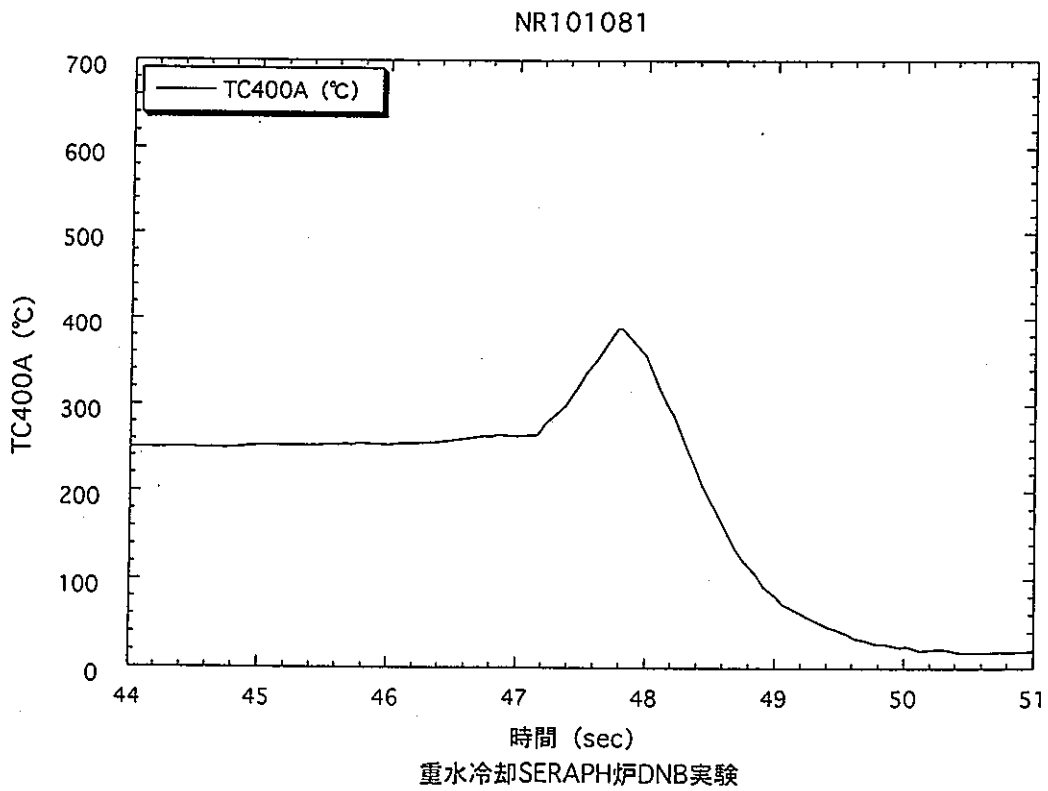
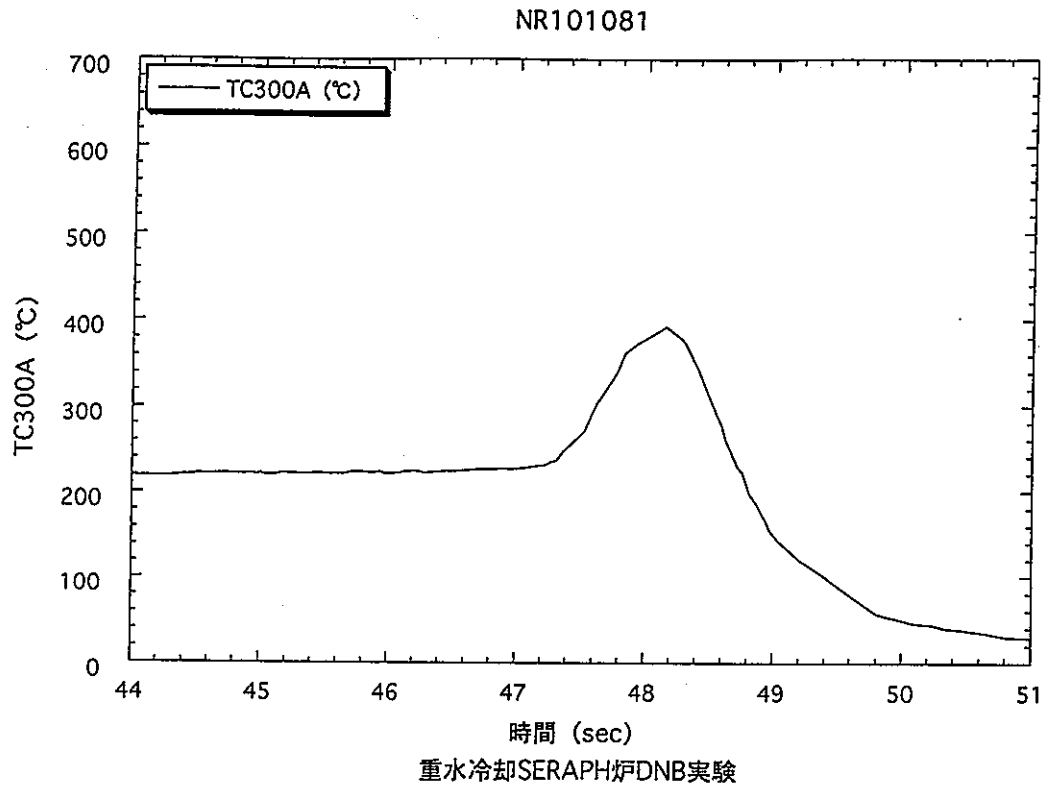
付図 2 - 3 2 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR423081)
(TC500A, TC600A)



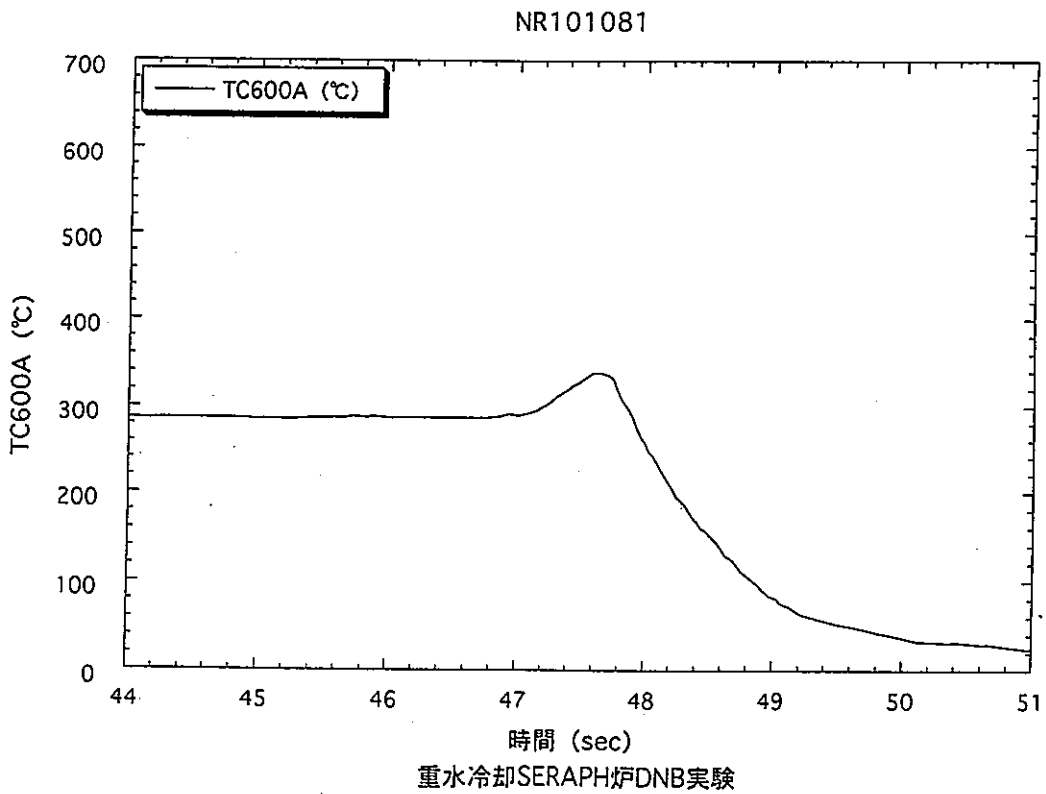
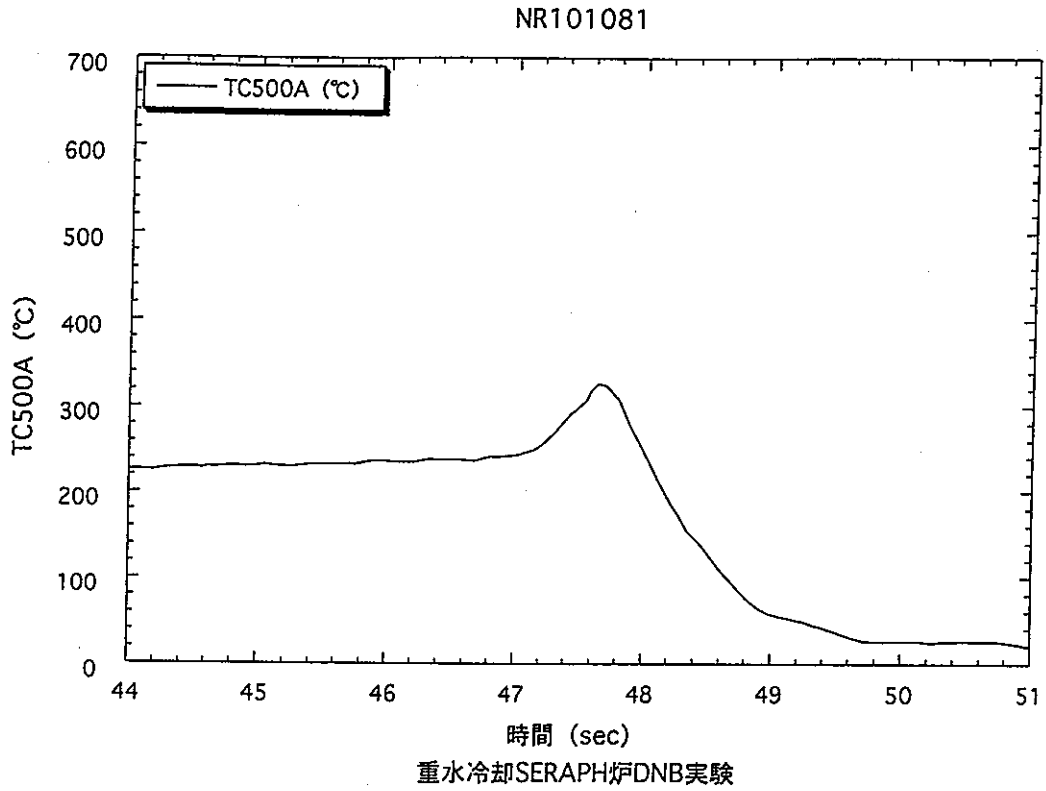
付図 2 - 3 3 コイ分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR101081)
(上部導電棒内温度, TC050A)



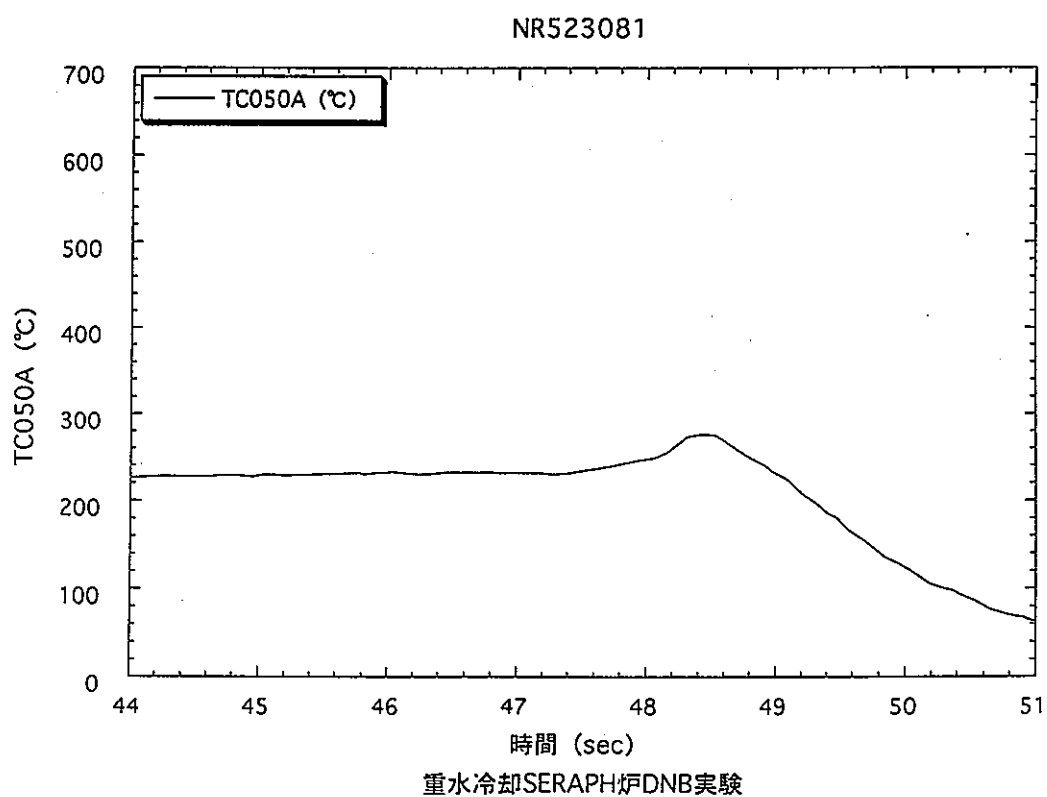
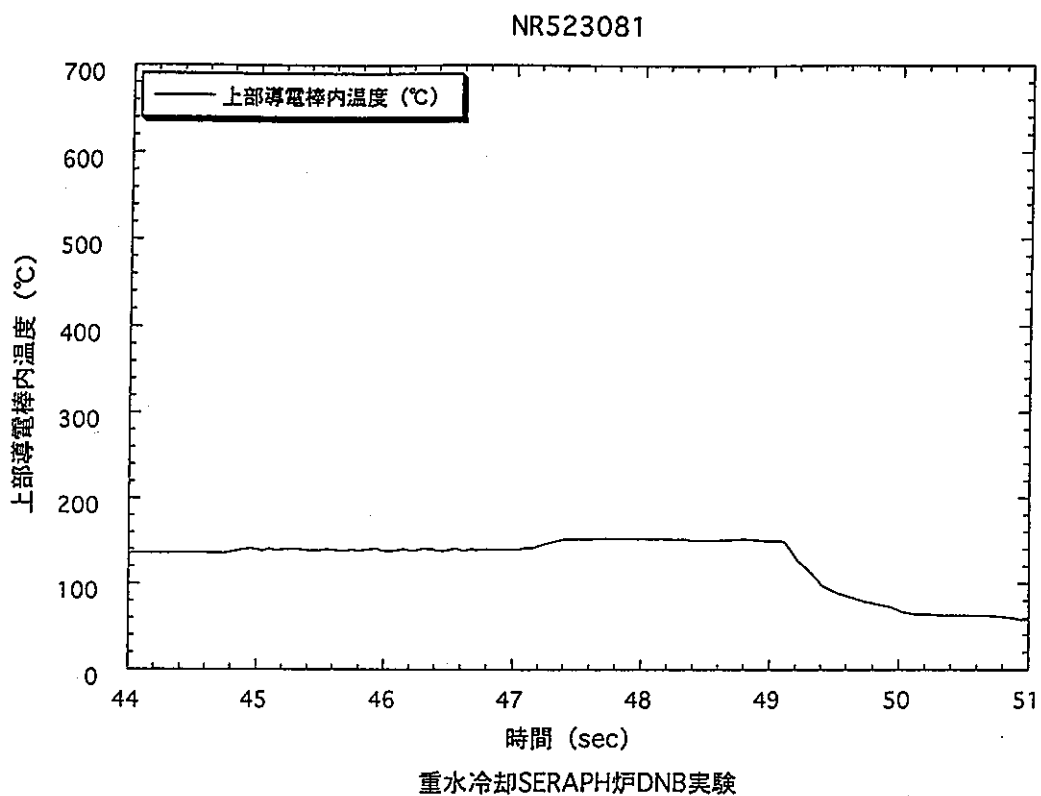
付図 2 - 3 4 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR101081)
(TC100A, TC200A)



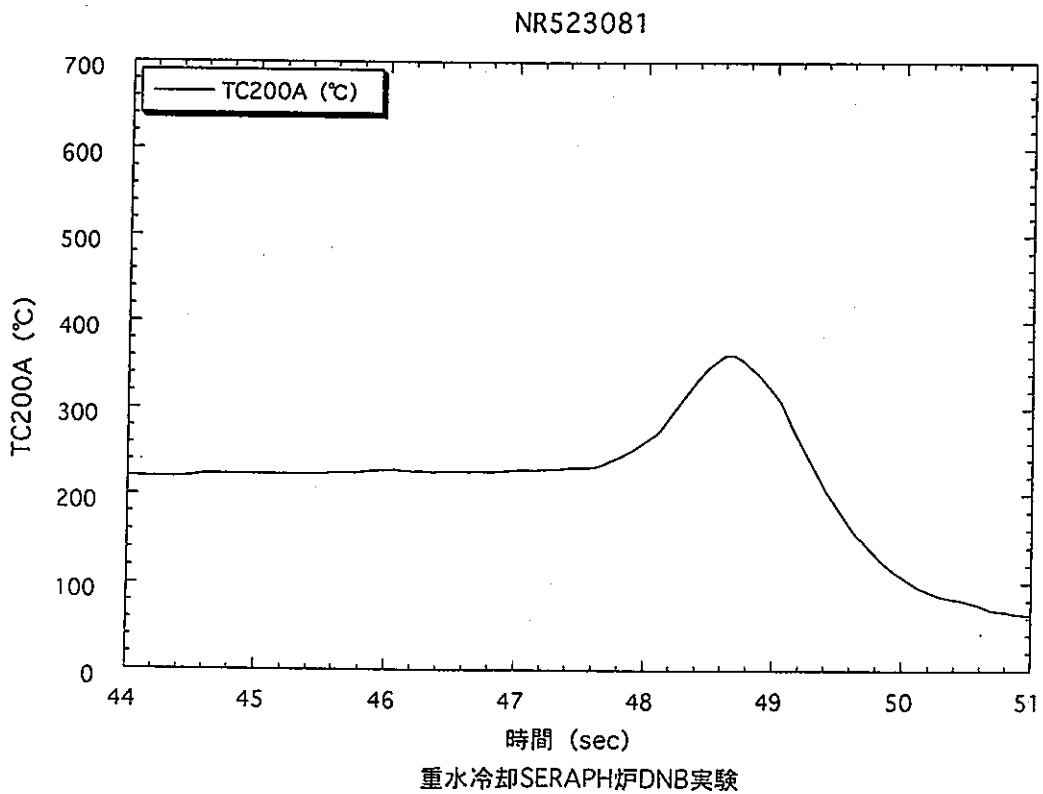
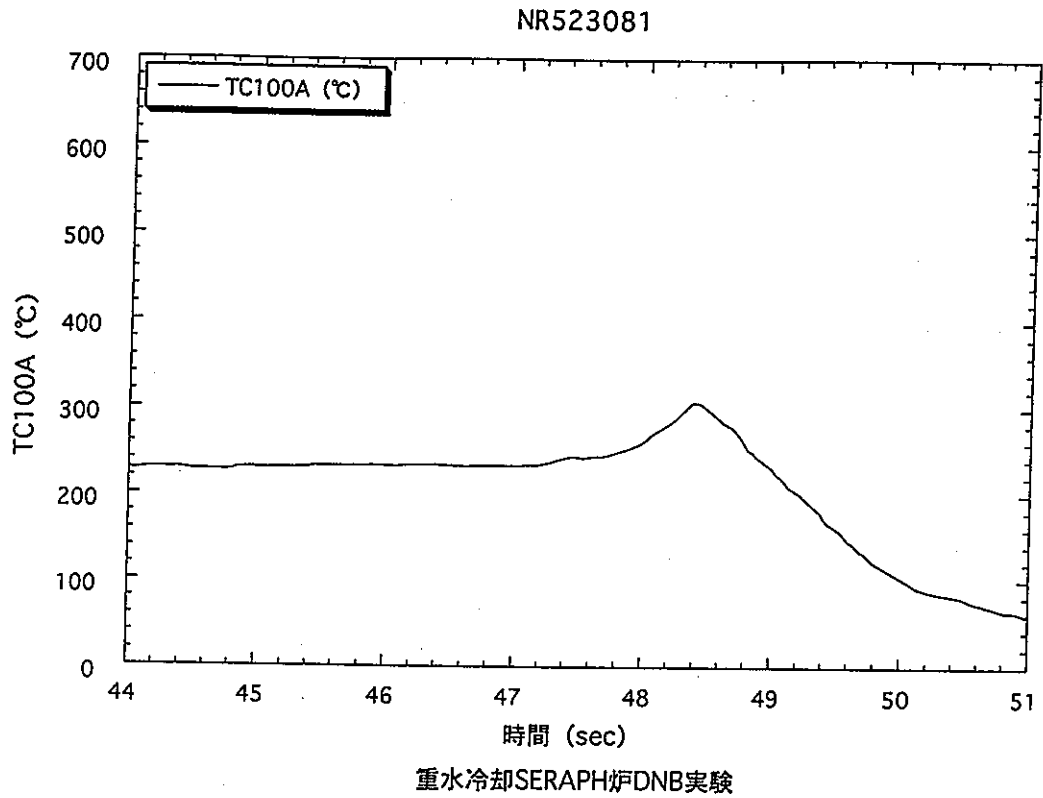
付図 2 - 3 5 コシ分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR101081)
(TC300A, TC400A)



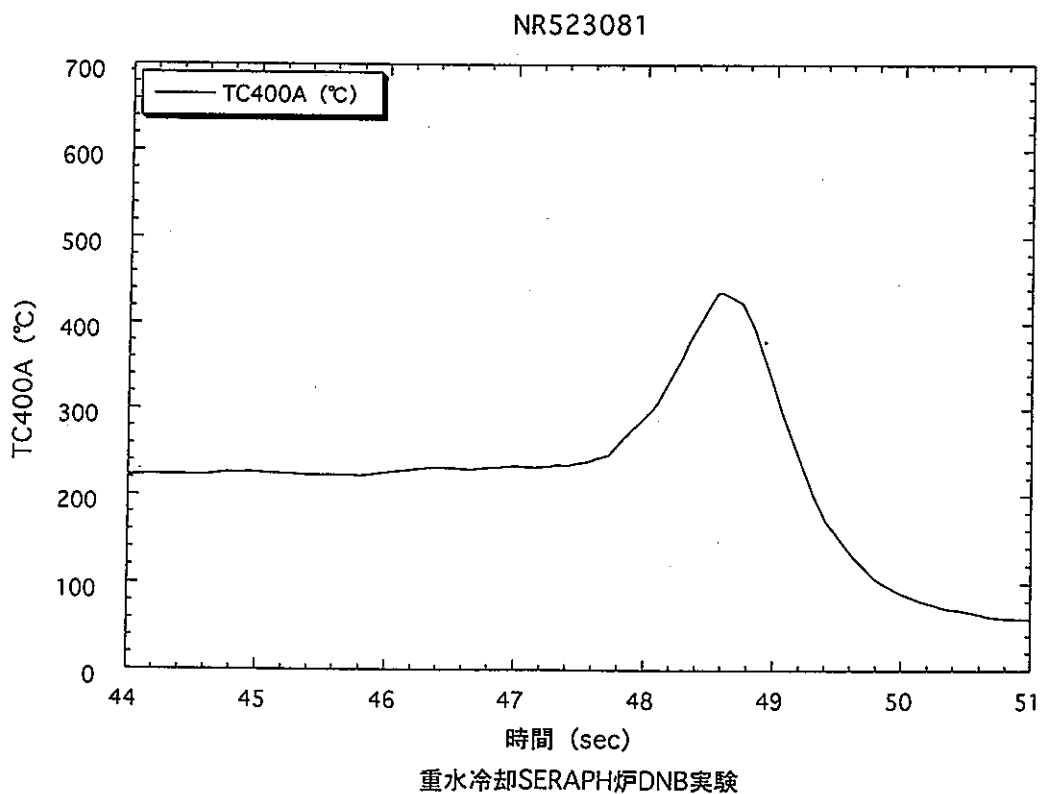
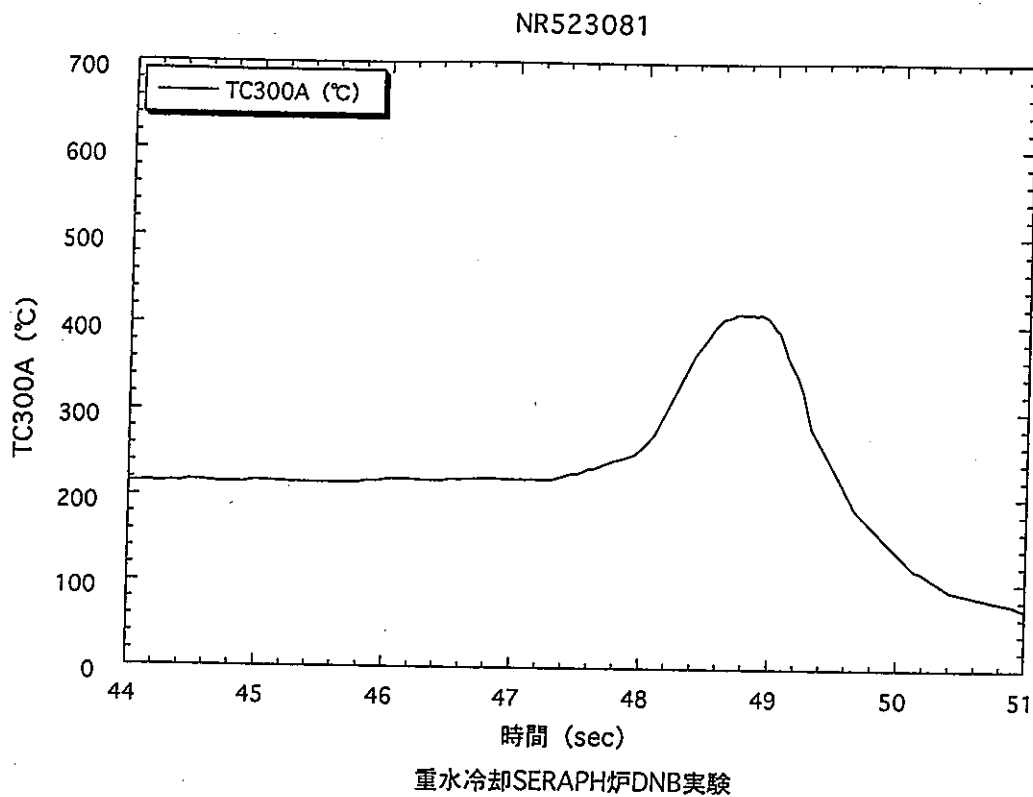
付図 2 - 3 6 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR101081)
(TC500A, TC600A)



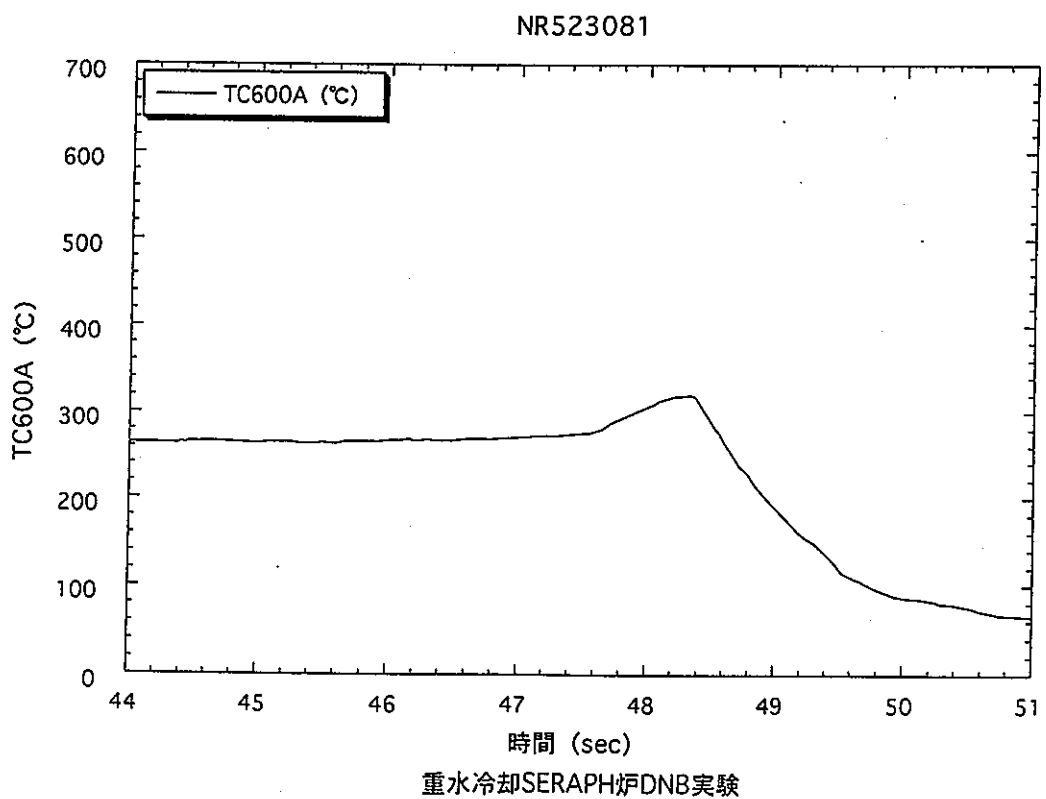
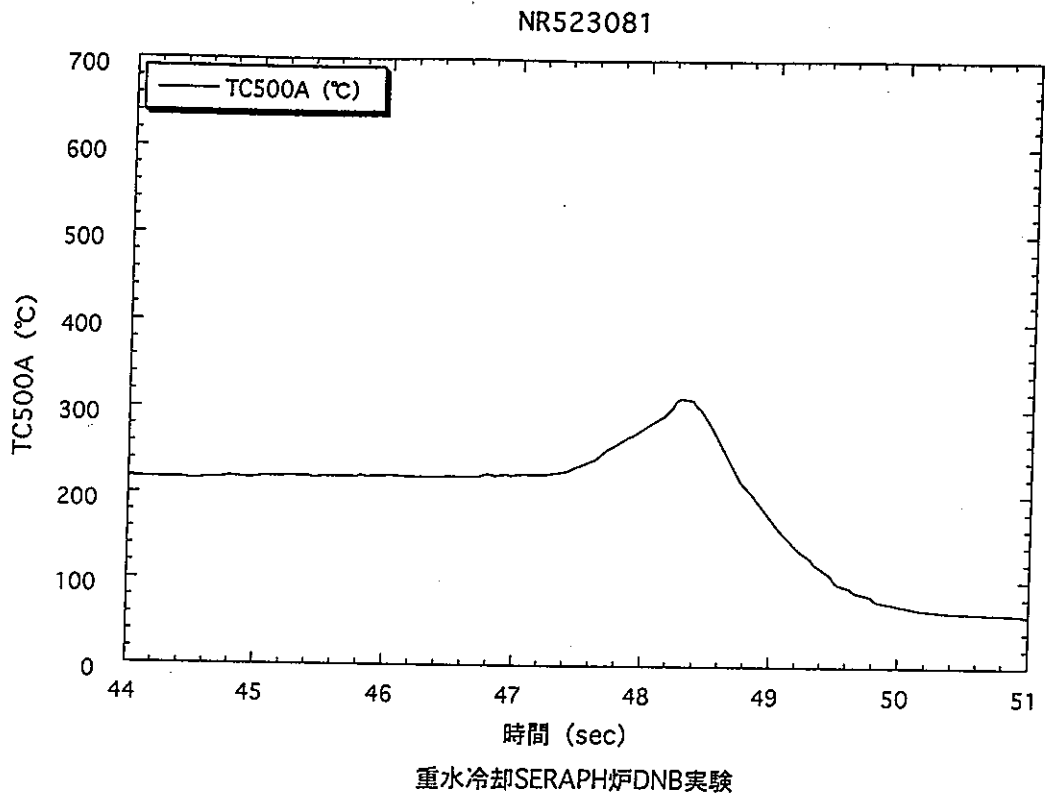
付図 2 - 3 7 コイ分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR523081)
(上部導電棒内温度, TC050A)



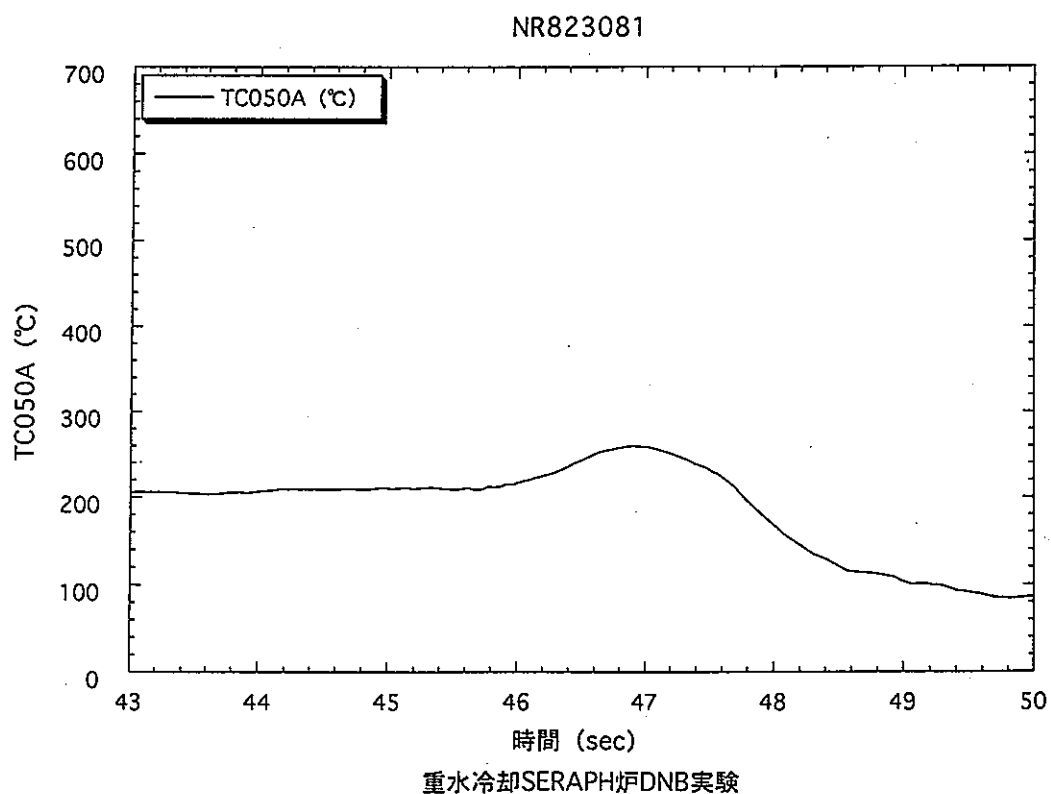
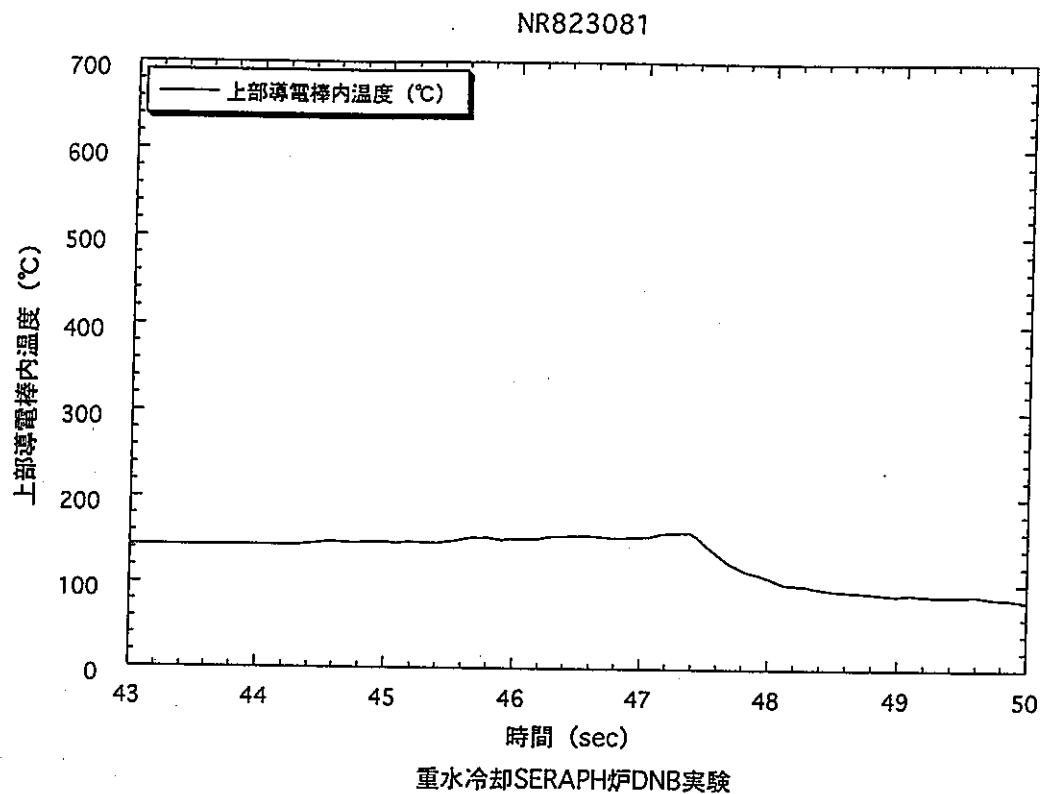
付図 2 - 3 8 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR523081)
(TC100A, TC200A)



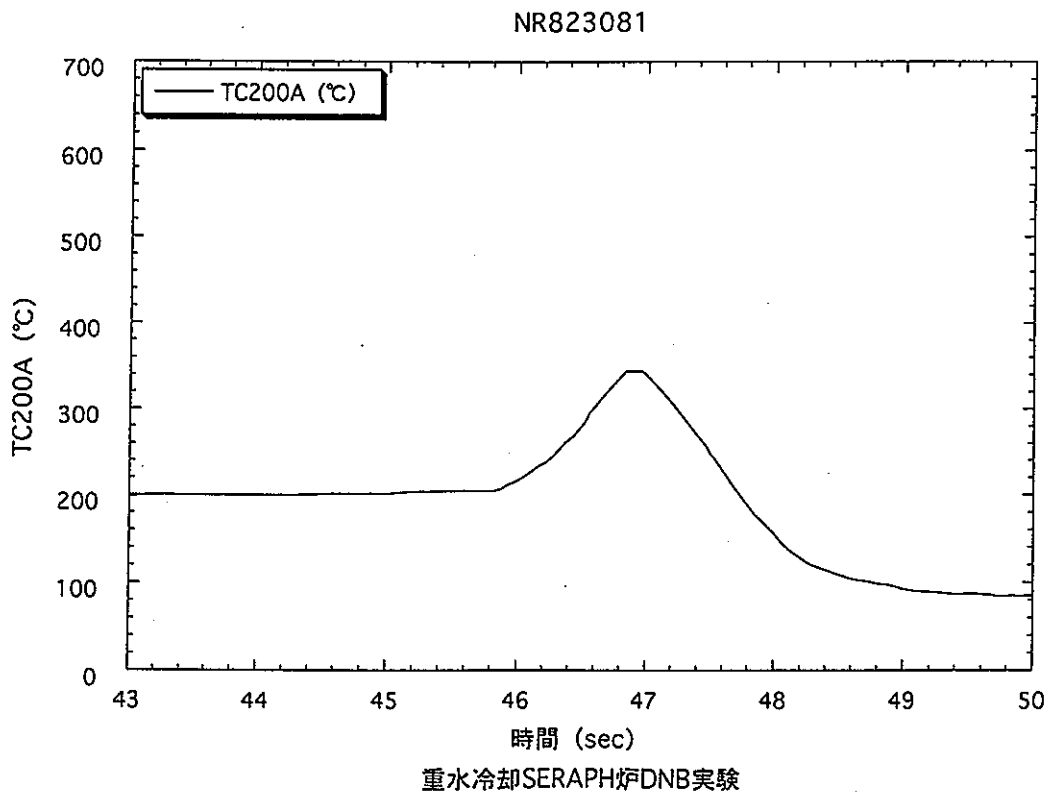
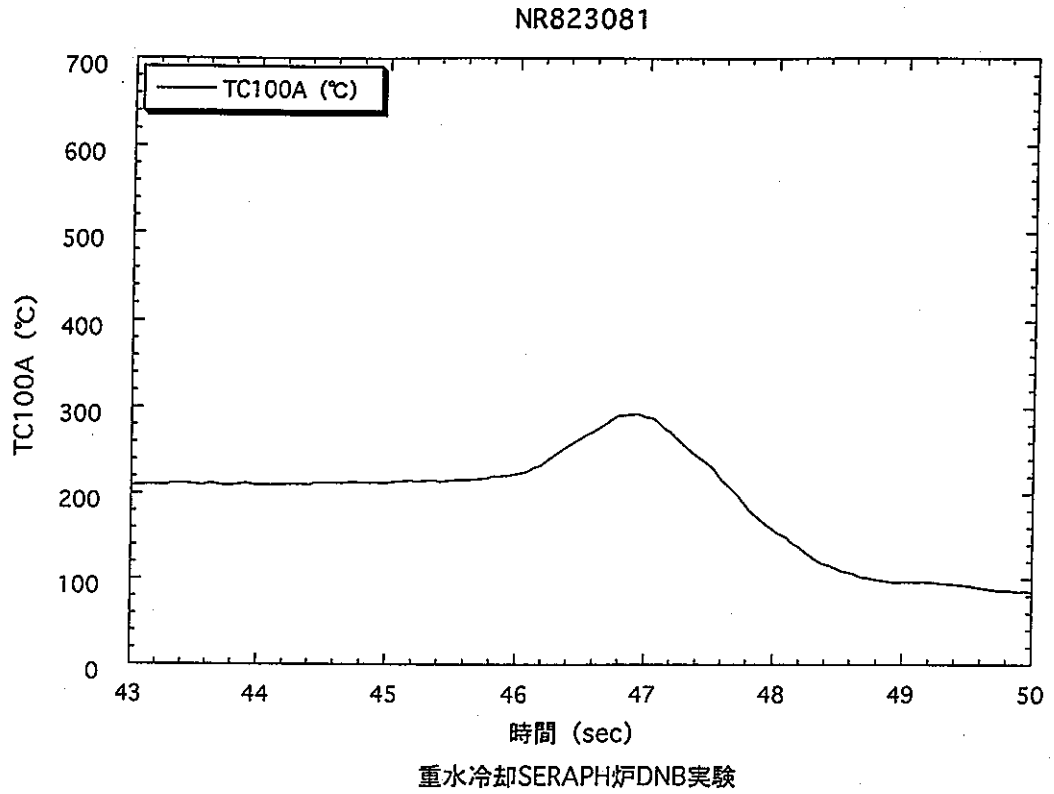
付図 2 - 3 9 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR523081)
(TC300A, TC400A)



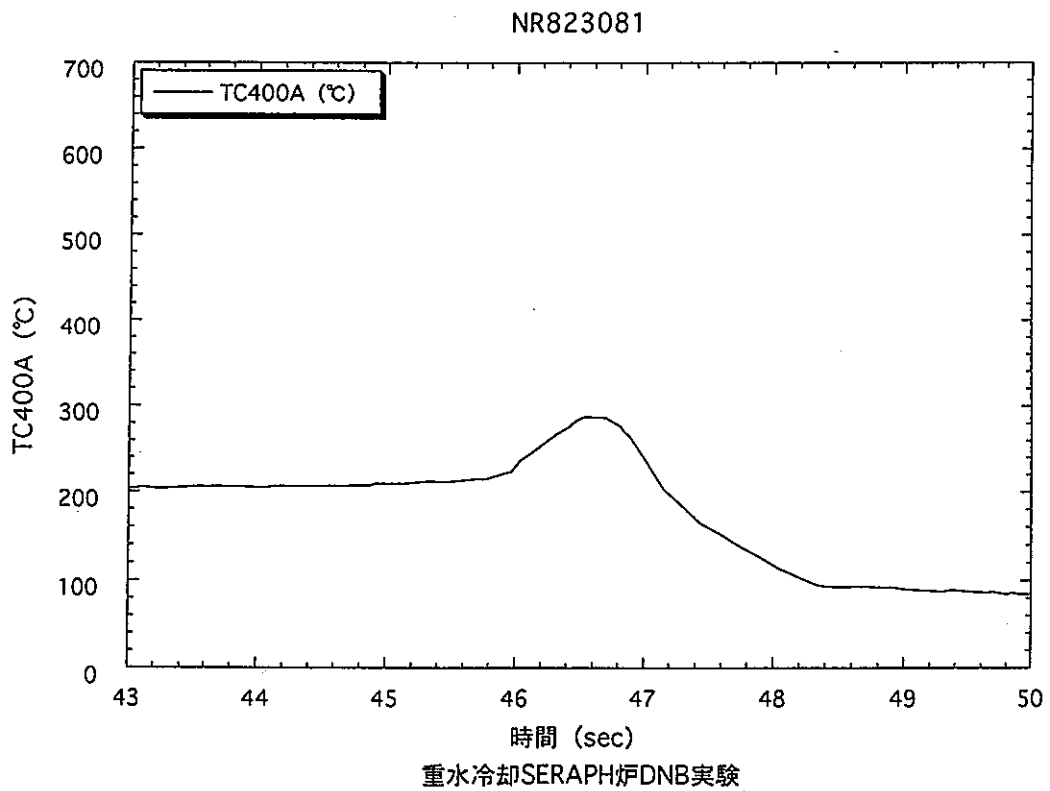
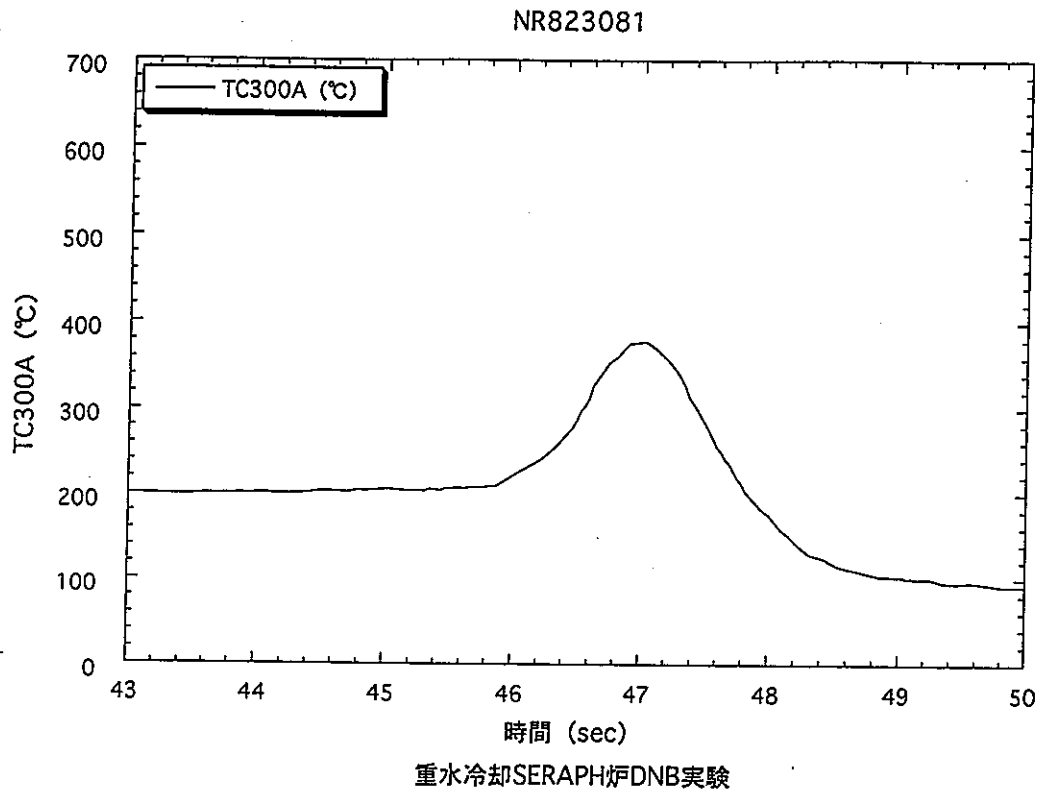
付図2-40 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR523081) (TC500A, TC600A)



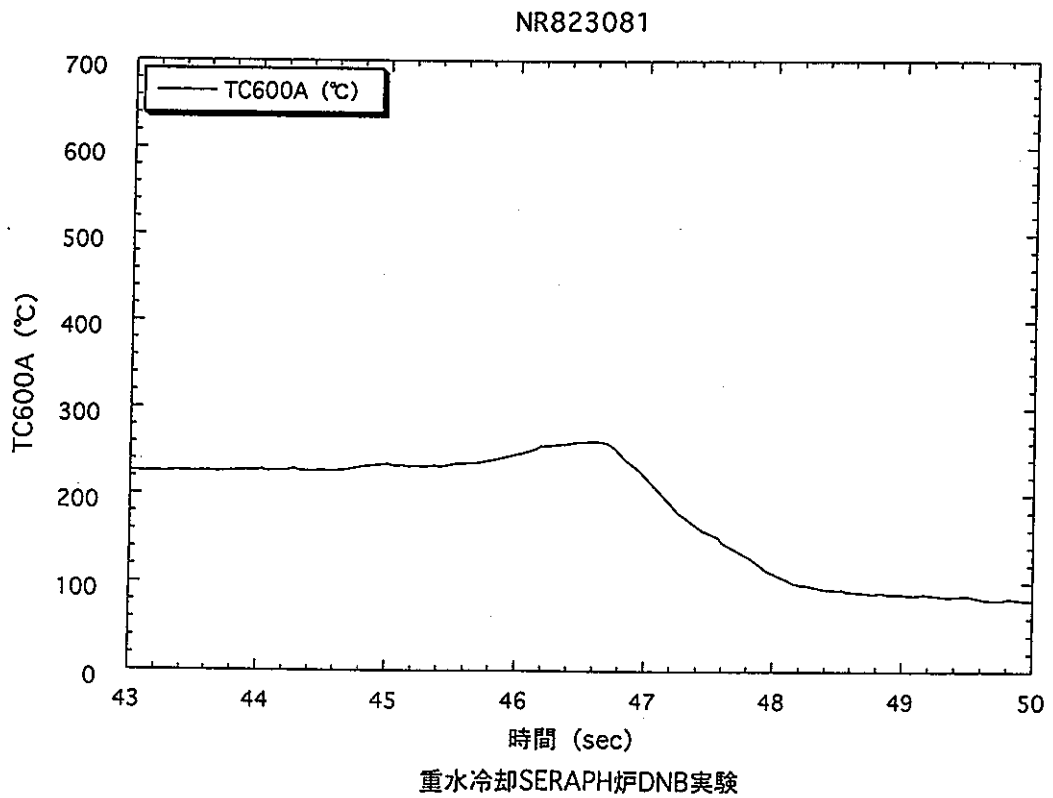
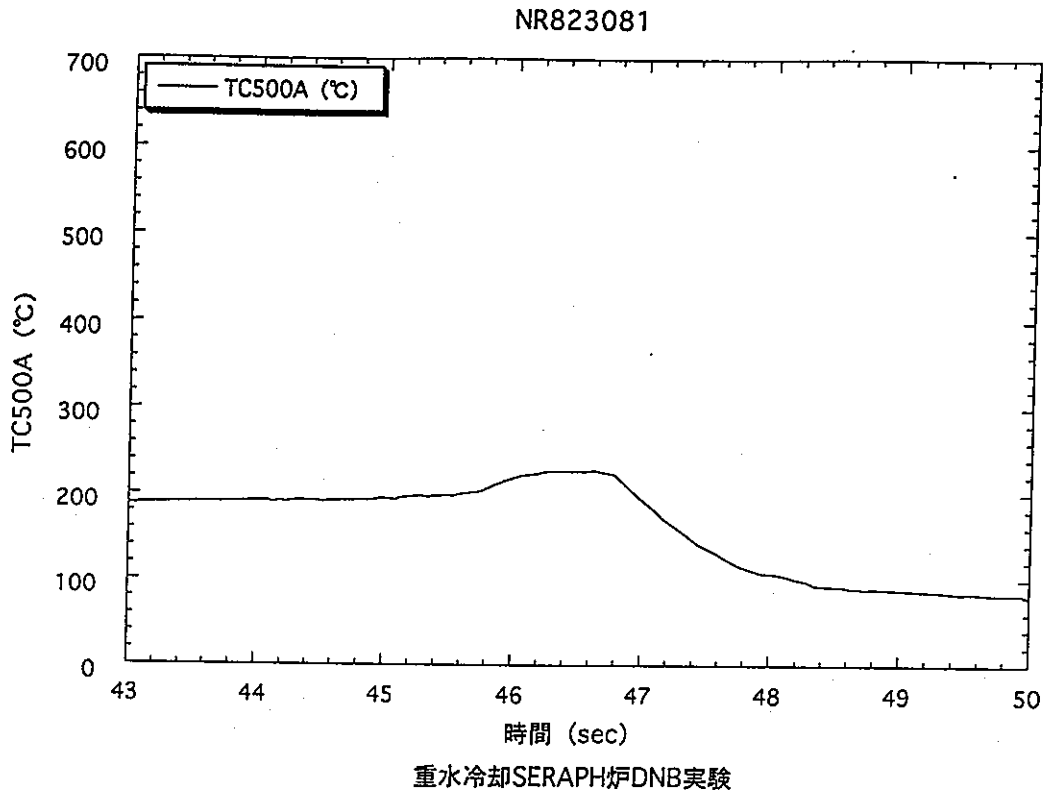
付図 2 - 4 1 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR823081)
(上部導電棒内温度, TC050A)



付図 2 - 4 2 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR823081) (TC100A, TC200A)



付図 2-4-3 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR823081)
(TC300A, TC400A)

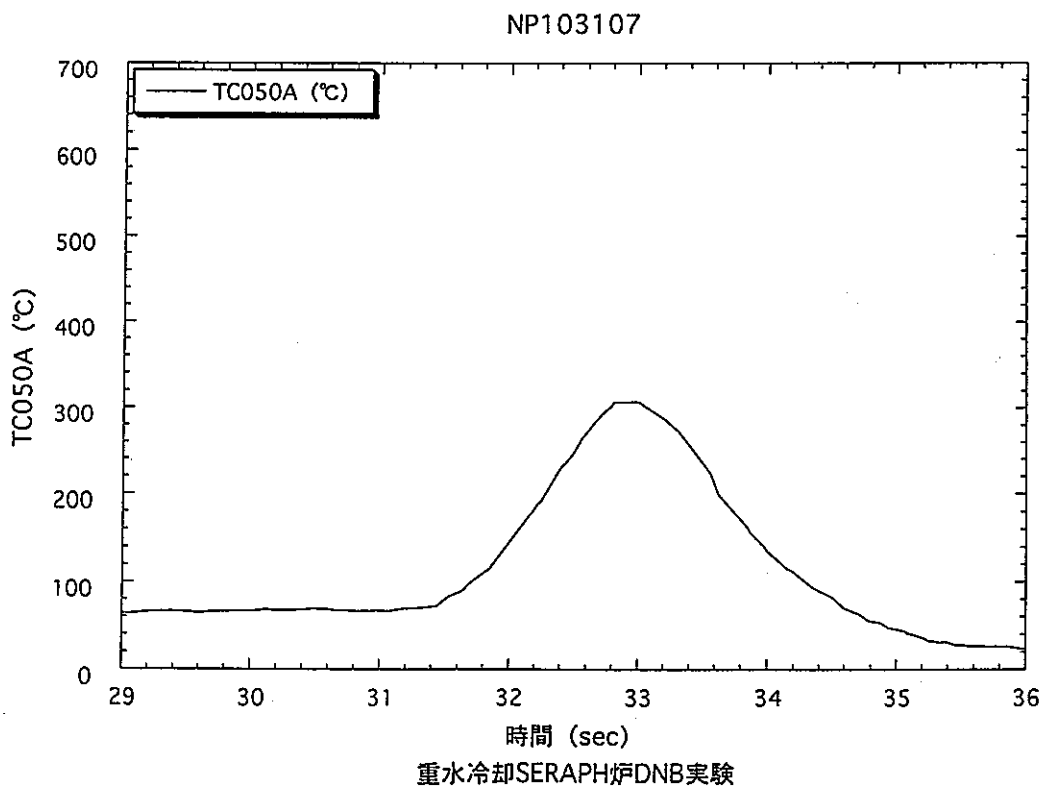
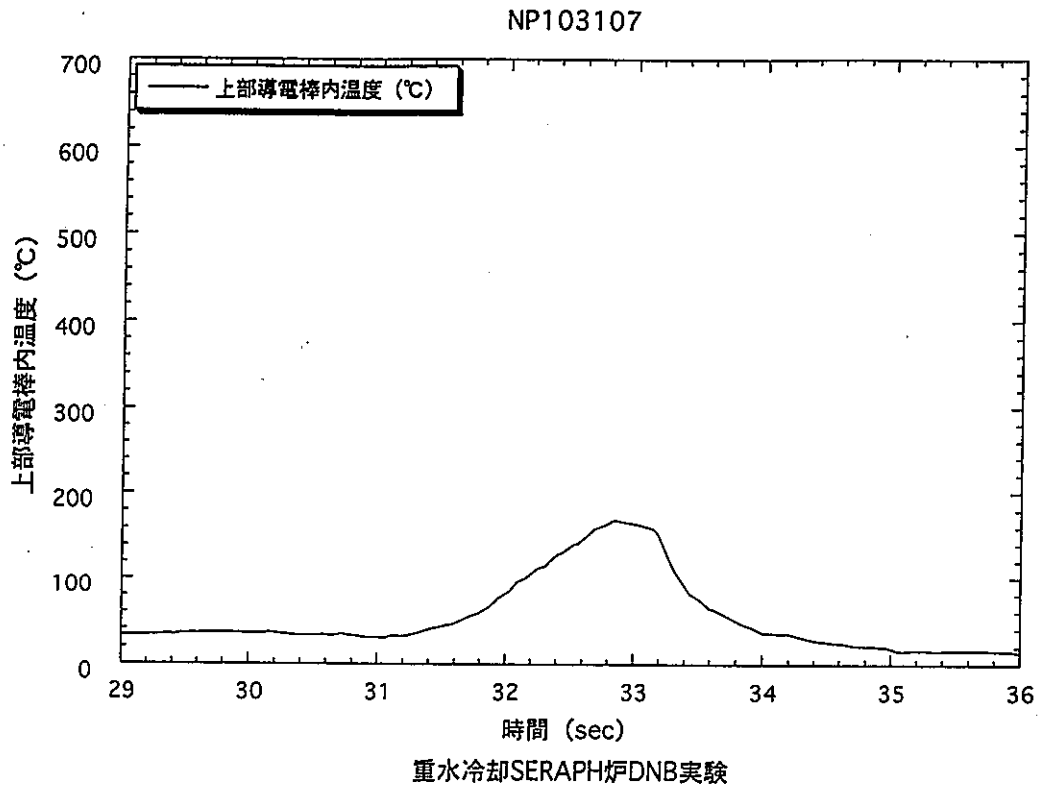


付図 2 - 4 4 炉内分布出力円管供試体定常試験熱電対温度挙動 (NR823081)
(TC500A, TC600A)

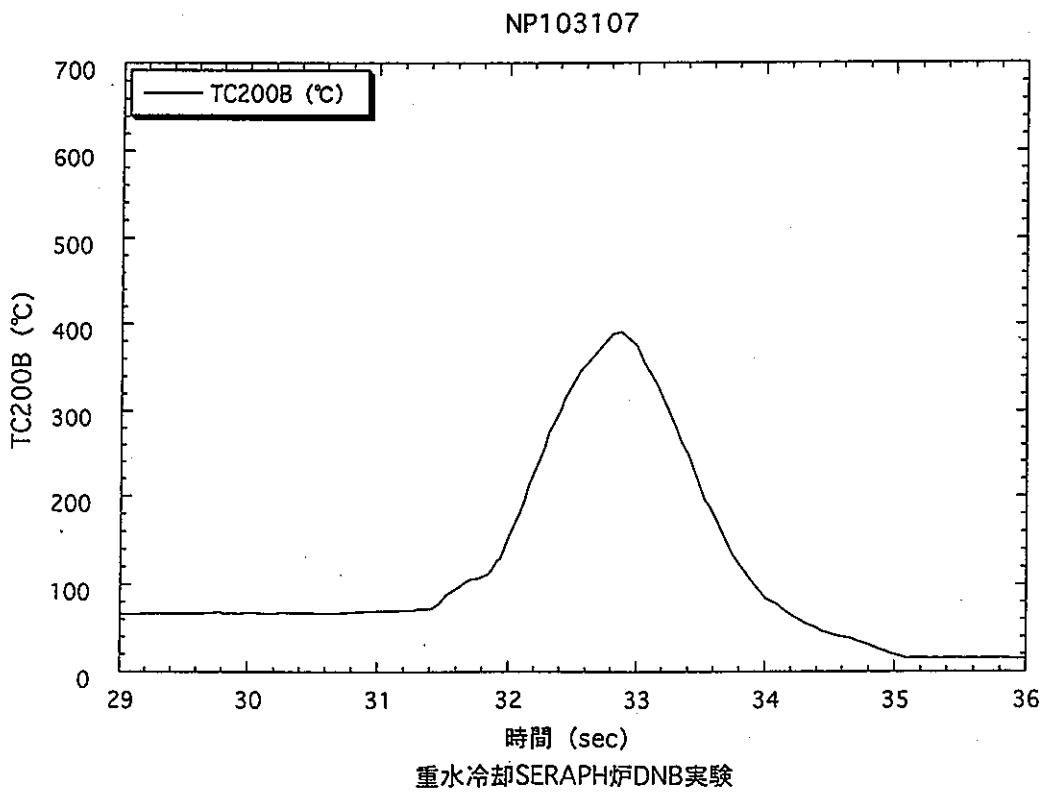
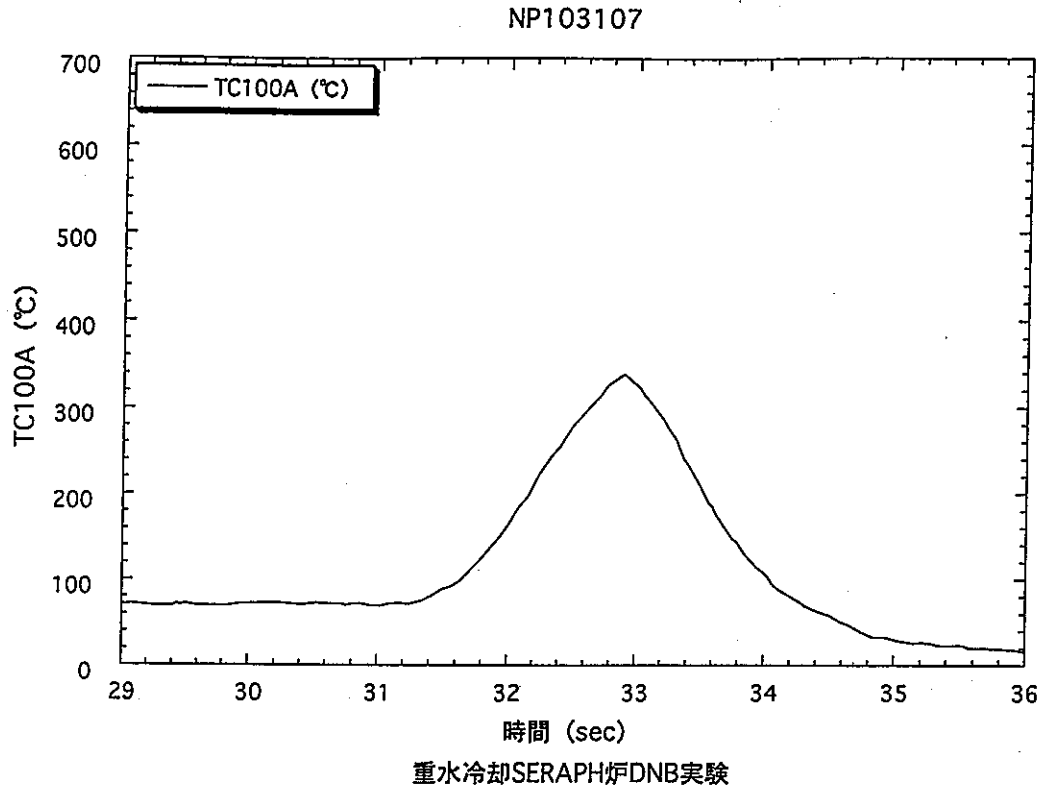
付録一 (3) コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動グラフ

- 付図 3-1 コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103107)
(上部導電棒内温度, TC050A)
- 付図 3-2 コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103107)
(TC100A, TC200B)
- 付図 3-3 コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103107)
(TC300B, TC400A)
- 付図 3-4 コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103107)
(TC500A, TC600B)
- 付図 3-5 コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103096)
(上部導電棒内温度, TC050A)
- 付図 3-6 コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103096)
(TC100A, TC200B)
- 付図 3-7 コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103096)
(TC300B, TC400A)
- 付図 3-8 コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103096)
(TC500A, TC600B)
- 付図 3-9 コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103088)
(上部導電棒内温度, TC050A)
- 付図 3-10 コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103088)
(TC100A, TC200B)
- 付図 3-11 コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103088)
(TC300B, TC400A)
- 付図 3-12 コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103088)
(TC500A, TC600B)
- 付図 3-13 コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103077)
(上部導電棒内温度, TC050A)
- 付図 3-14 コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103077)
(TC100A, TC200B)
- 付図 3-15 コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103077)
(TC300B, TC400A)
- 付図 3-16 コサイン分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103077)
(TC500A, TC600B)

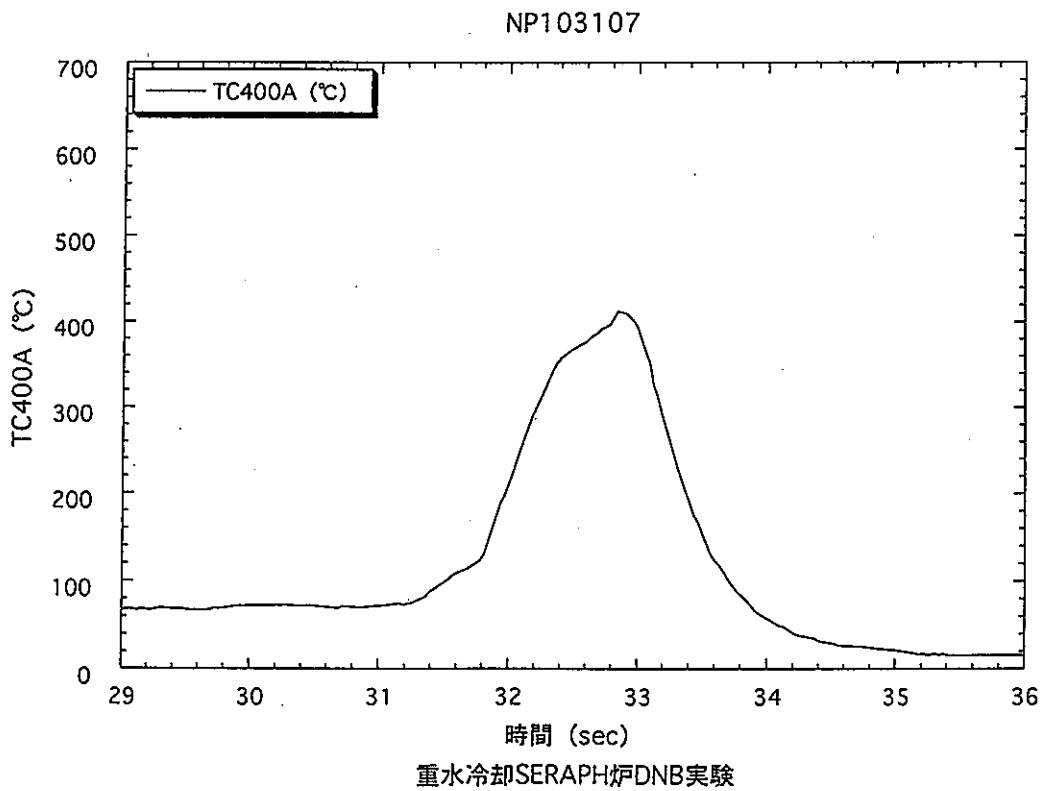
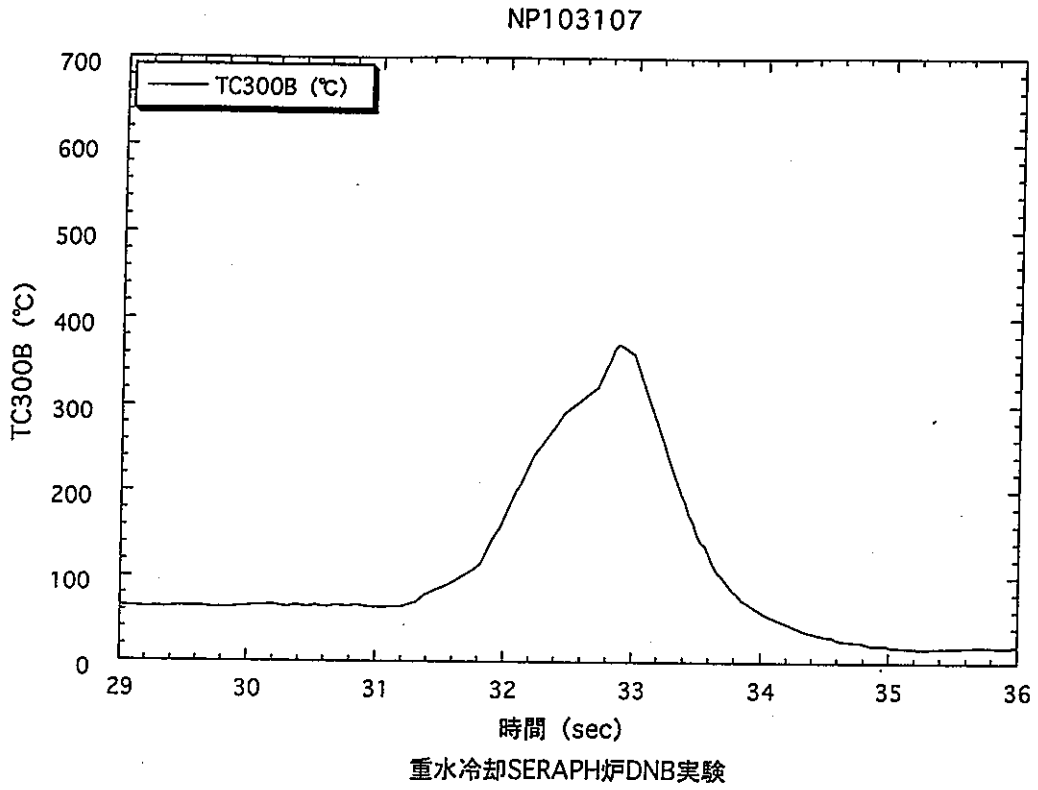
- 付図 3-17 コサソ分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103067)
(上部導電棒内温度, TC050A)
- 付図 3-18 コサソ分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103067)
(TC100A, TC200B)
- 付図 3-19 コサソ分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103067)
(TC300B, TC400A)
- 付図 3-20 コサソ分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103067)
(TC500A, TC600B)
- 付図 3-21 コサソ分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103056)
(上部導電棒内温度, TC050A)
- 付図 3-22 コサソ分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103056)
(TC100A, TC200B)
- 付図 3-23 コサソ分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103056)
(TC300B, TC400A)
- 付図 3-24 コサソ分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103056)
(TC500A, TC600B)



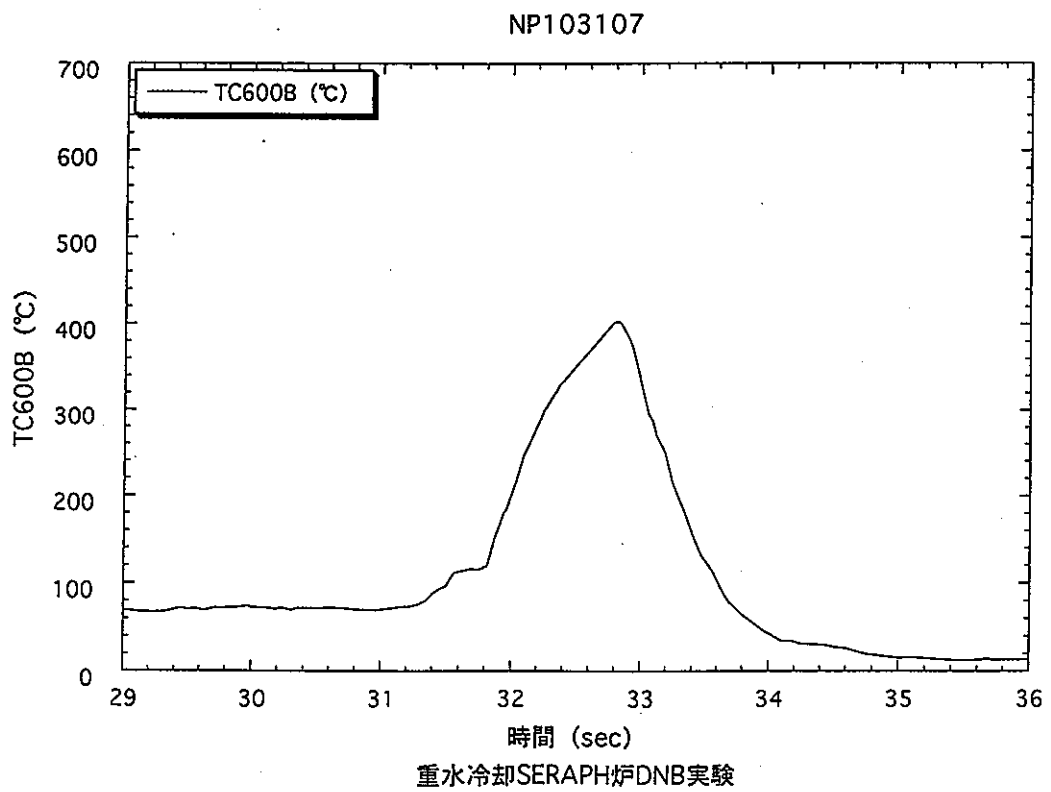
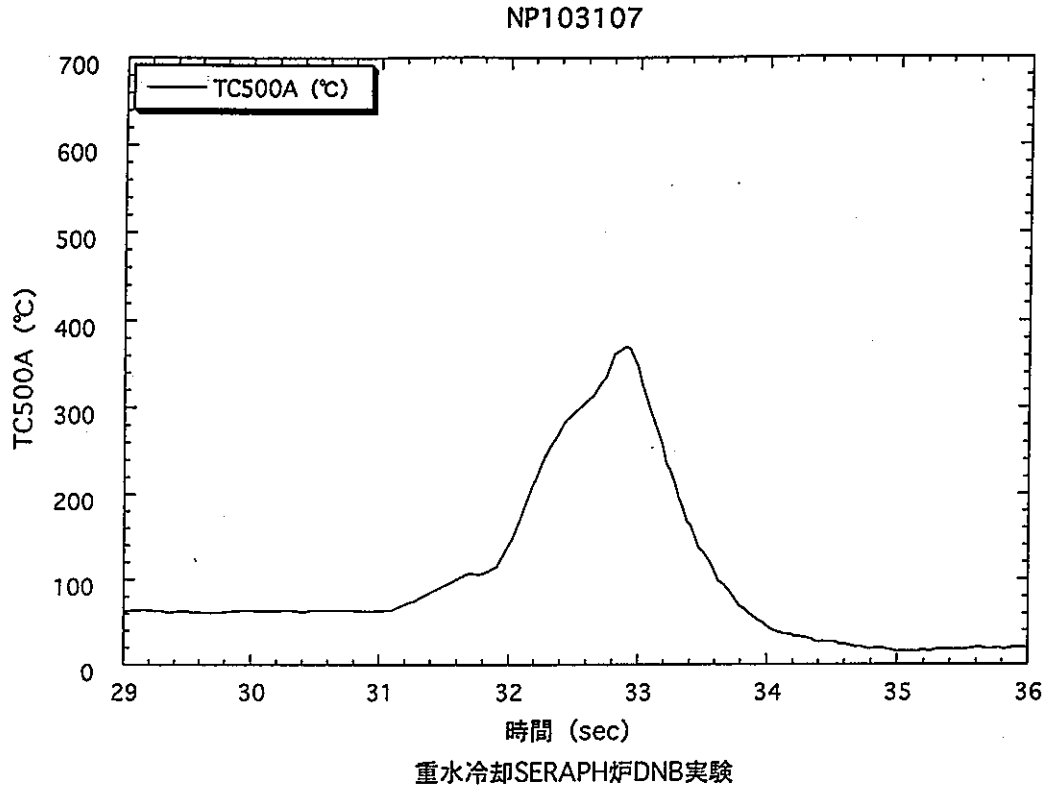
付図3-1 炉内出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103107)
(上部導電棒内温度, TC050A)



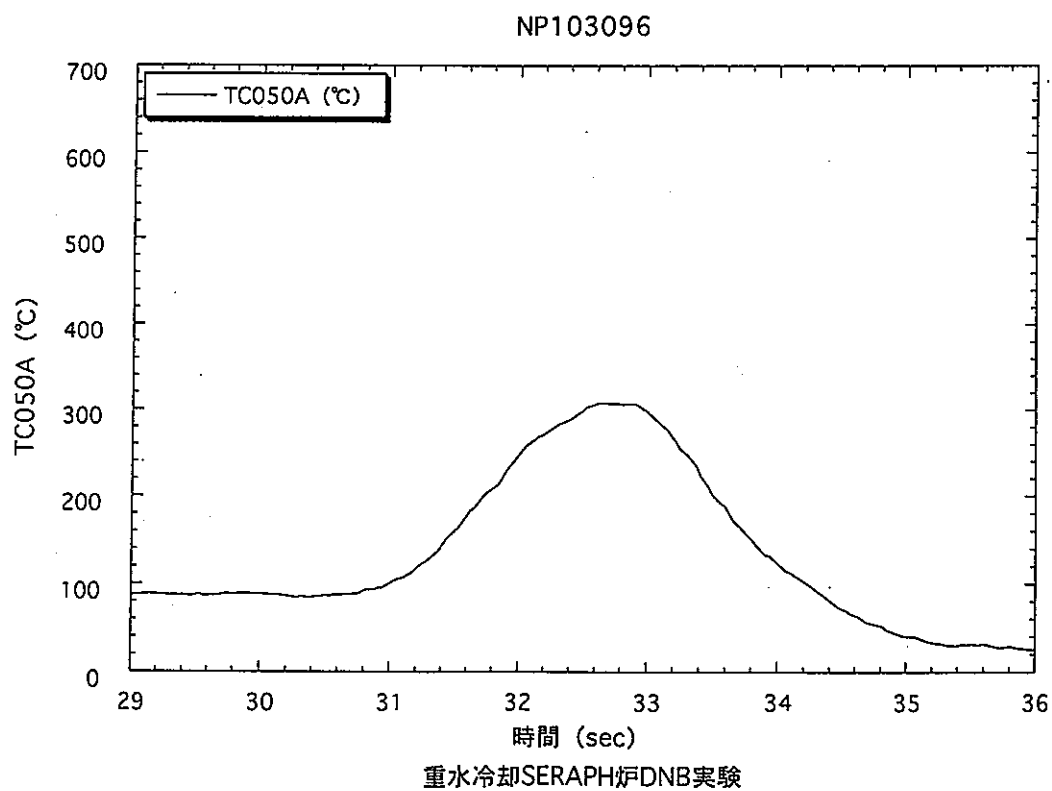
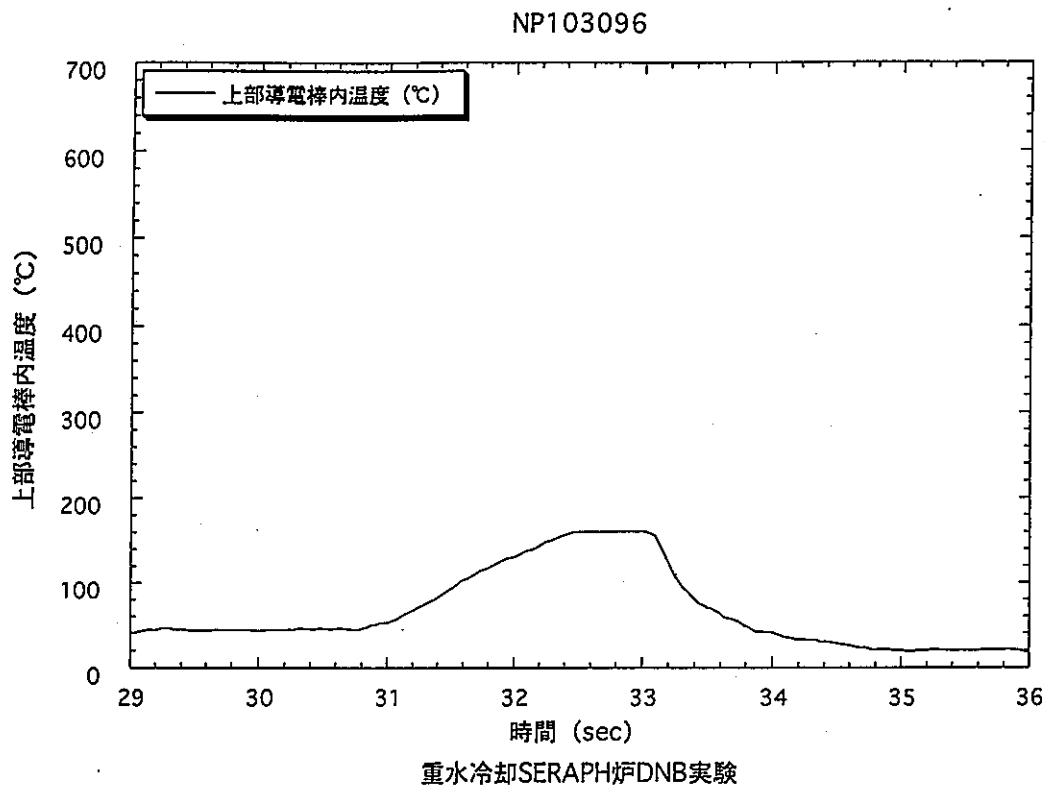
付図 3 - 2 炉内分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103107) (TC100A, TC200B)



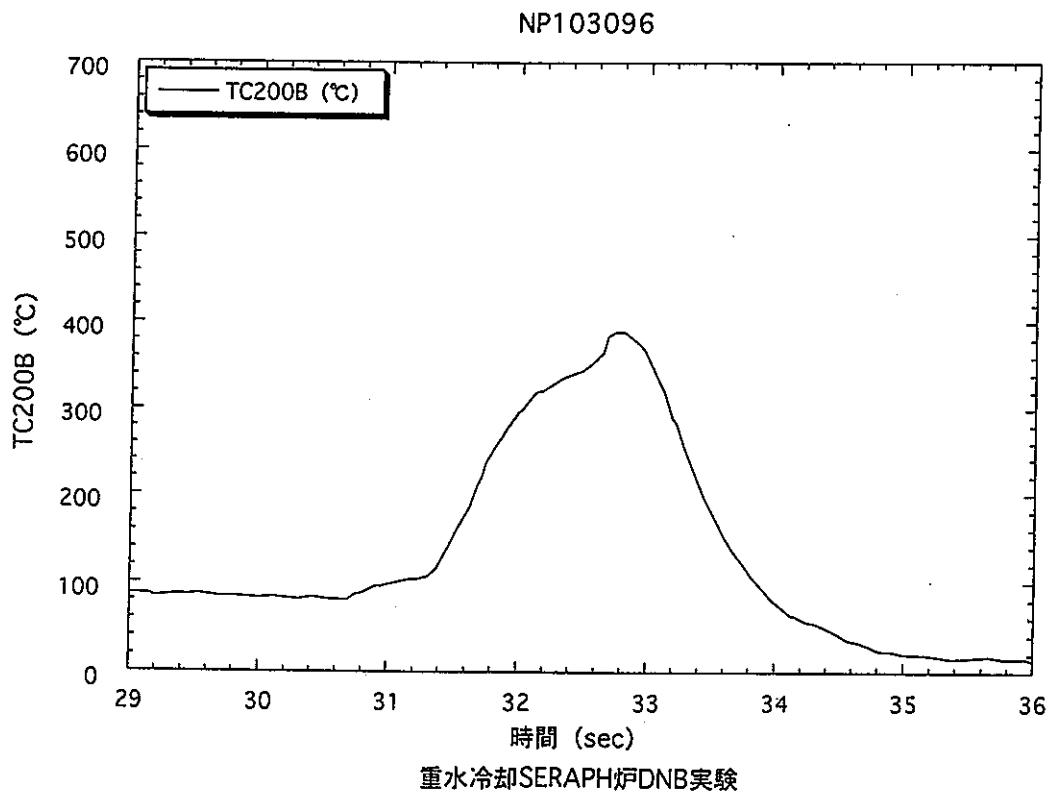
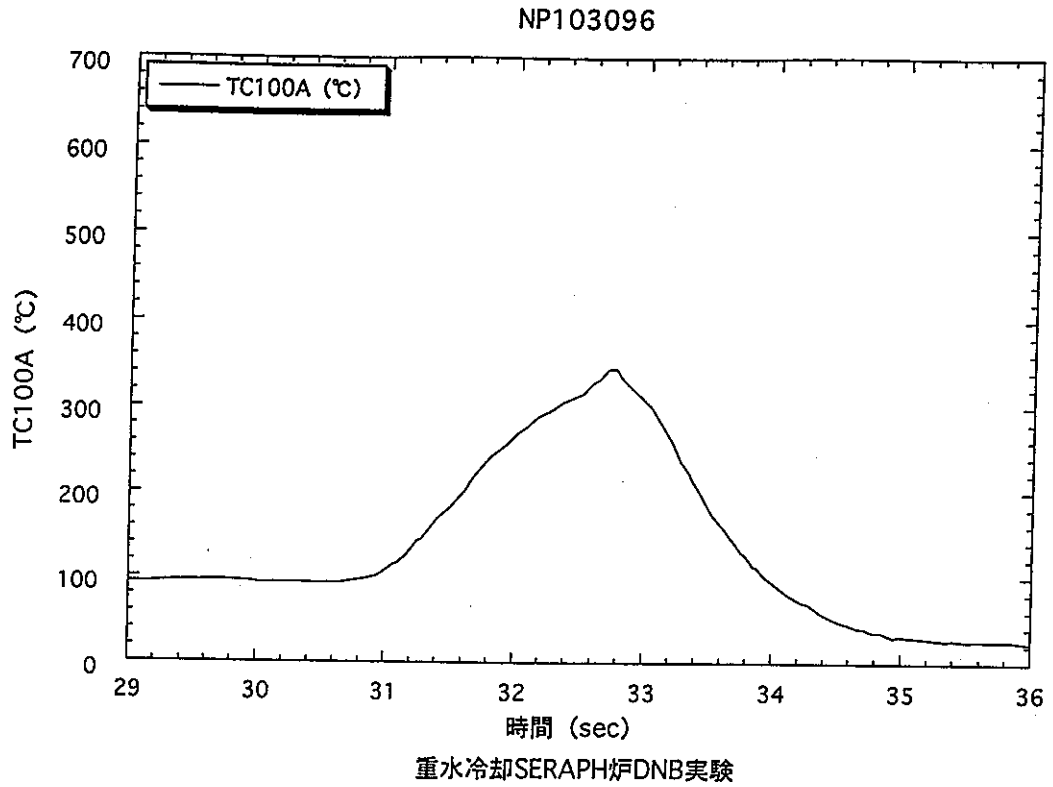
付図 3 - 3 炉内分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103107) (TC300B, TC400A)



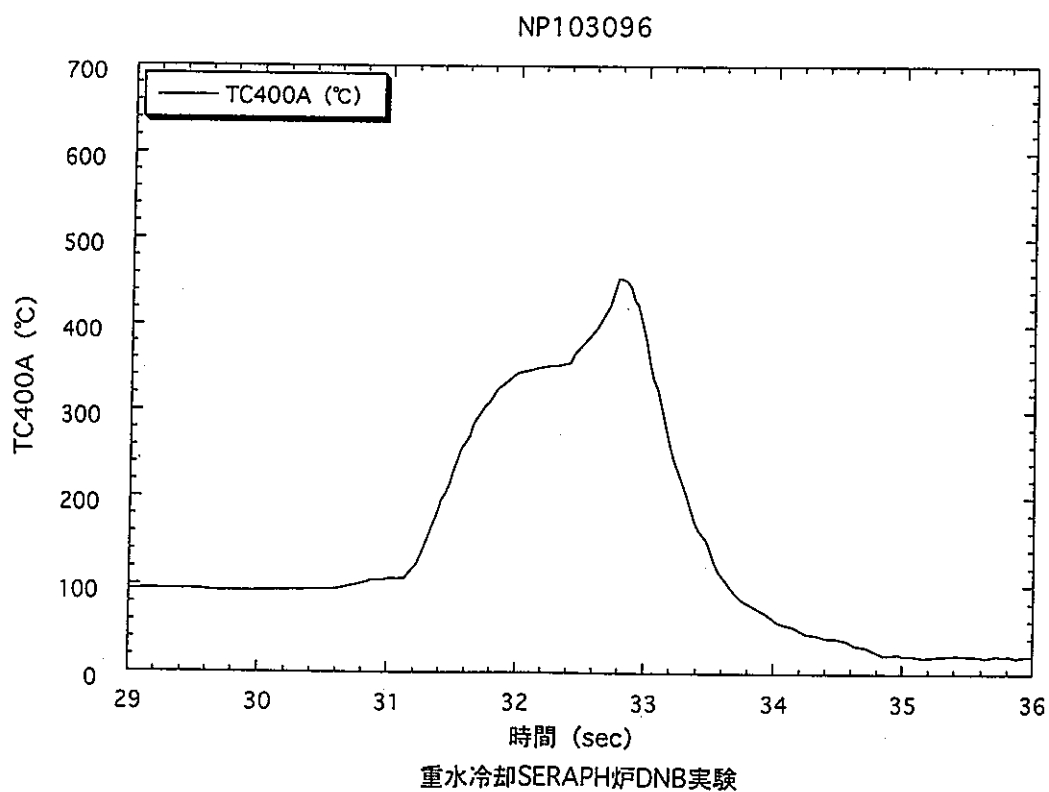
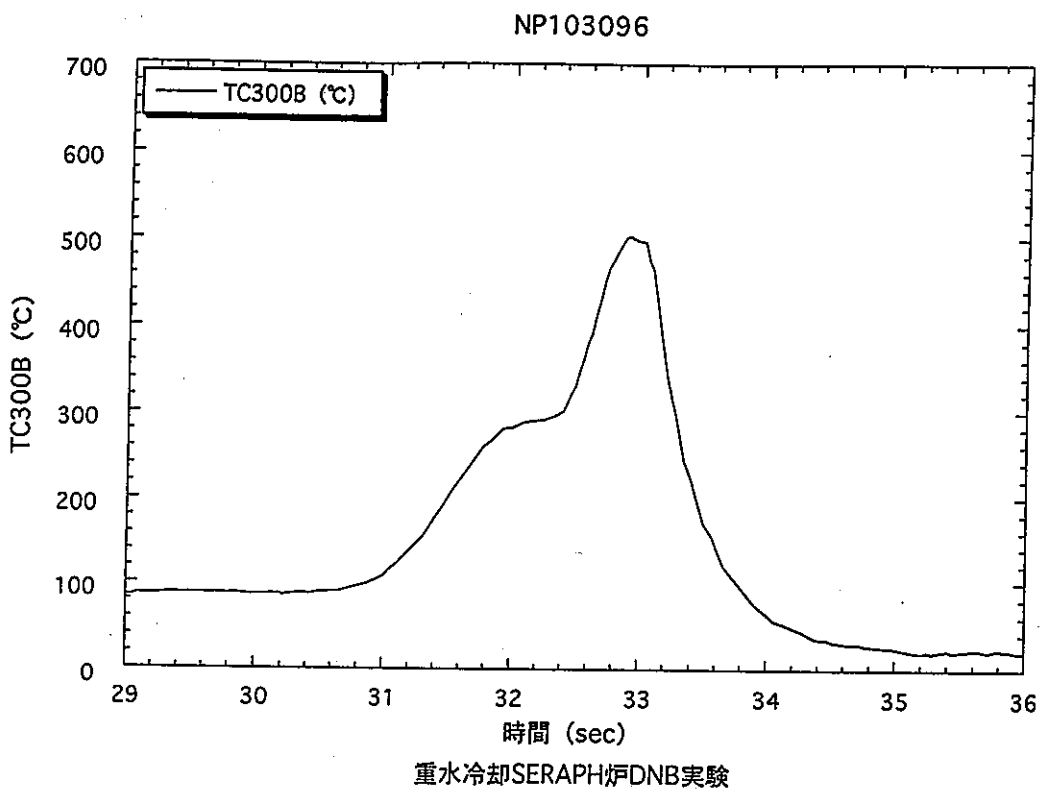
付図 3 - 4 コシ分布出力円管供試体非常試験熱電対温度挙動 (NP103107)
(TC500A, TC600B)



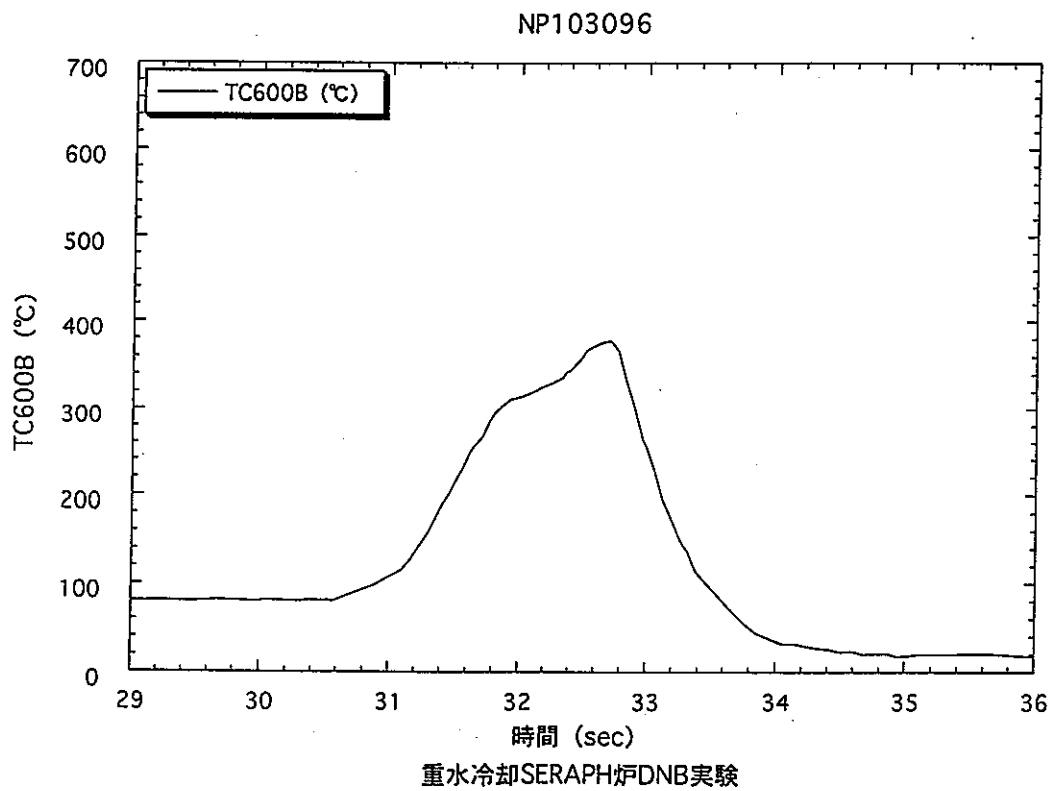
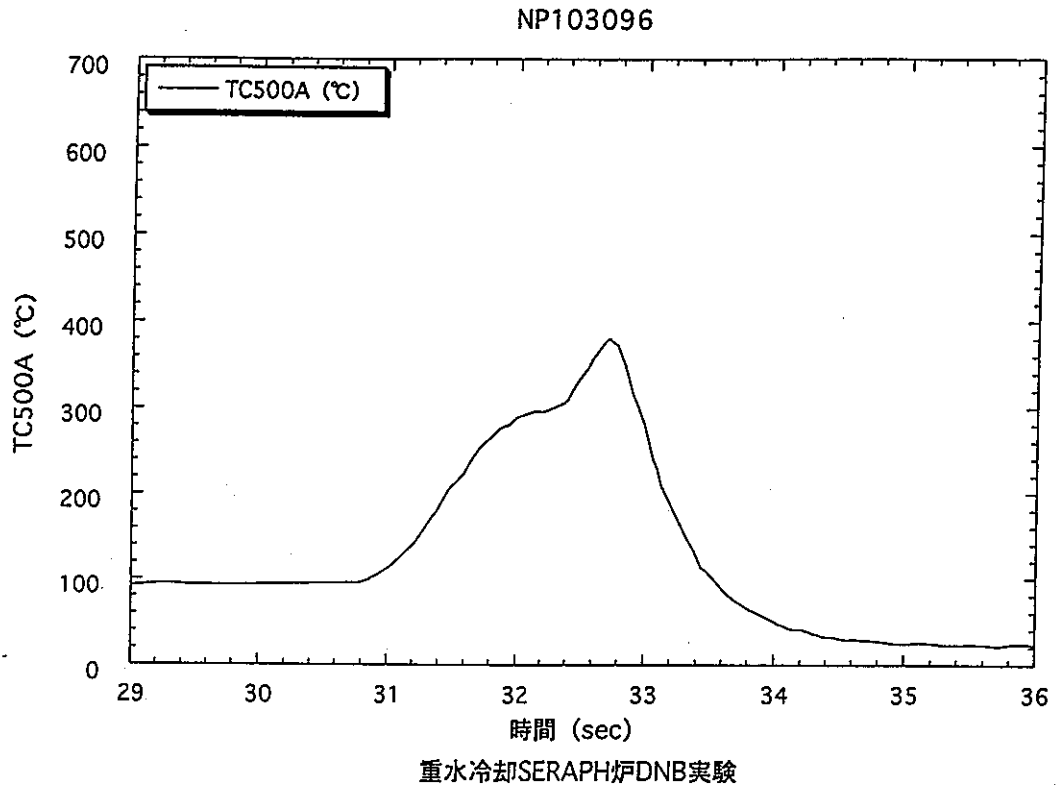
付図3-5 円管出力分布非定常試験熱電対温度挙動 (NP103096)
(上部導電棒内温度, TC050A)



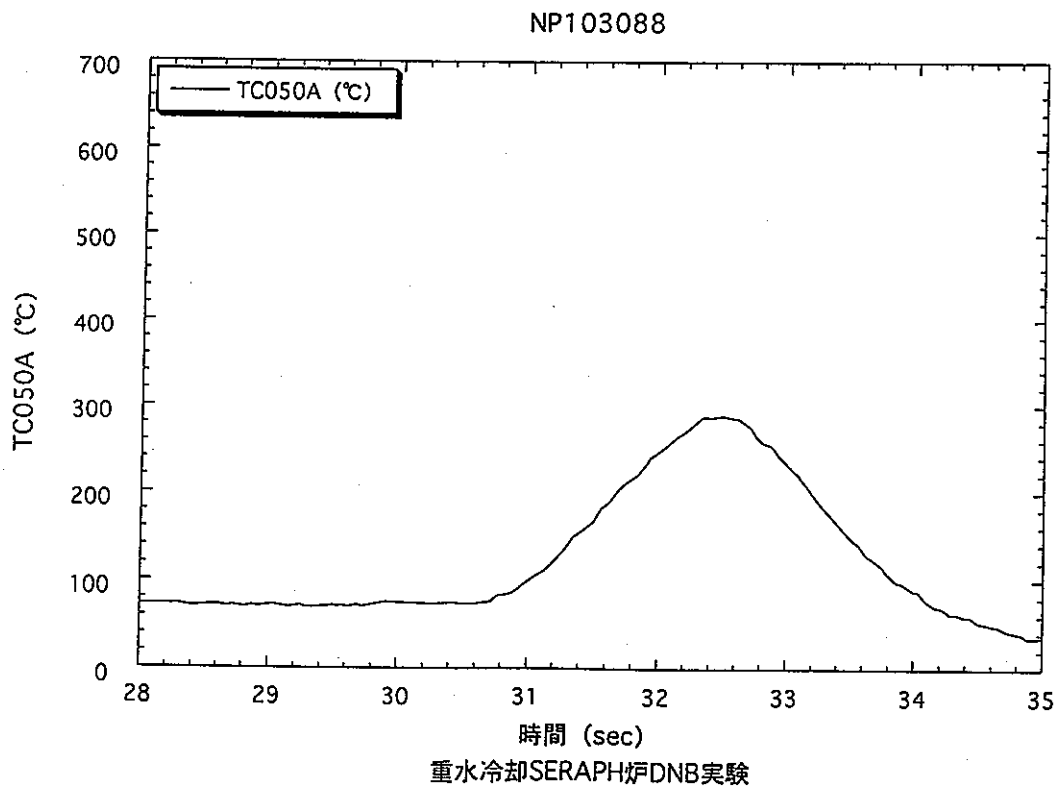
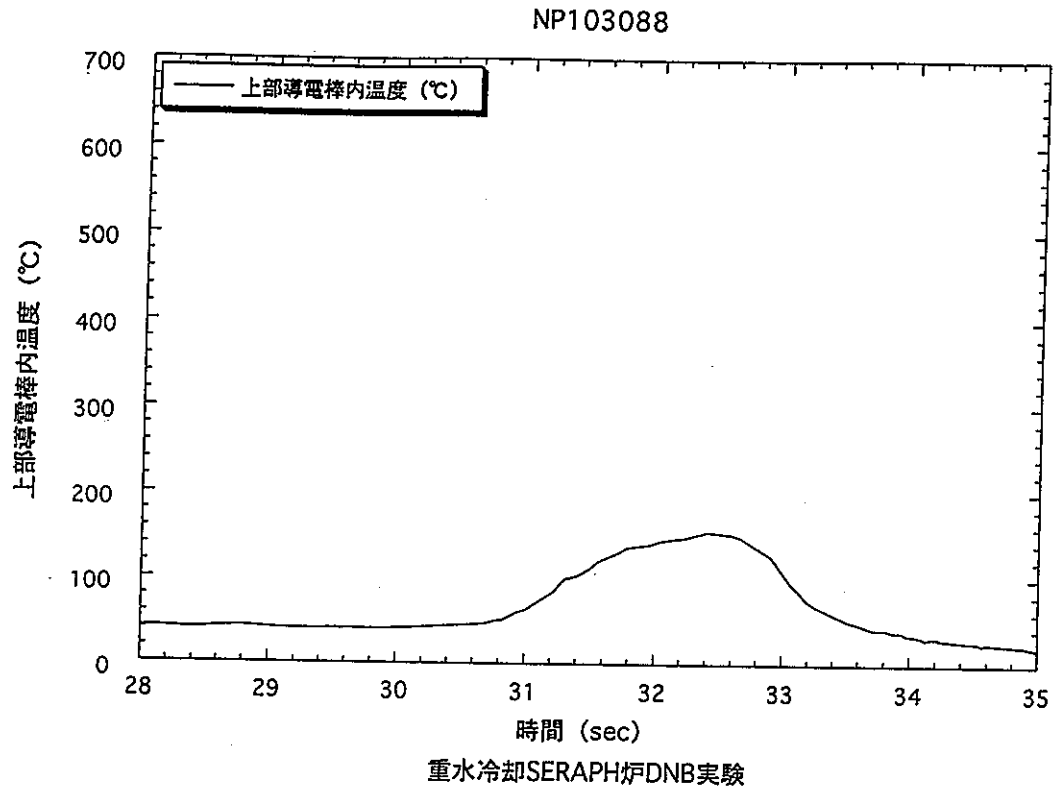
付図 3 - 6 炉内分布出力円管供試体非常試験熱電対温度挙動 (NP103096) (TC100A, TC200B)



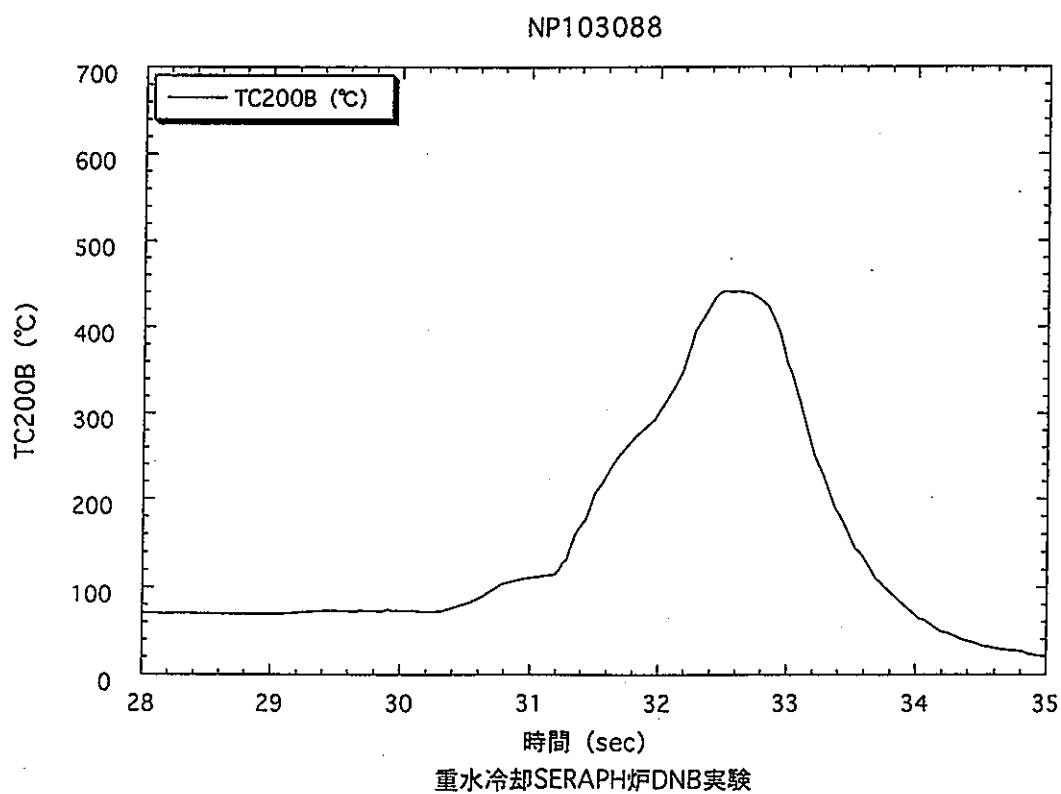
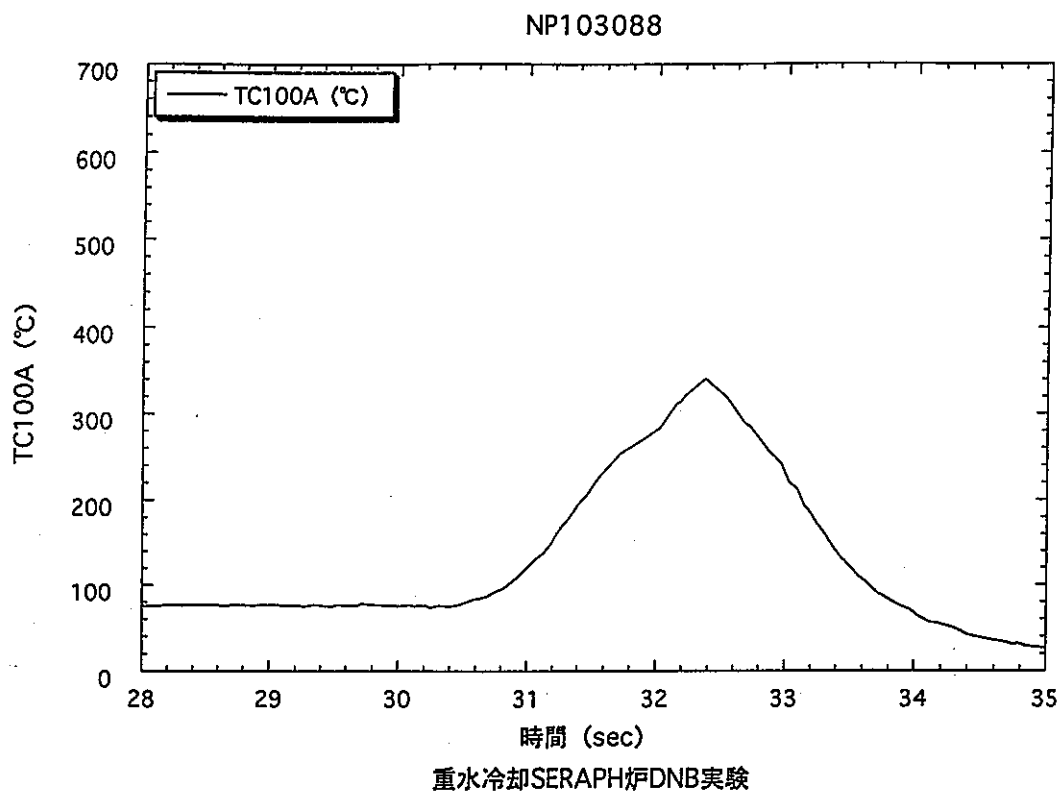
付図 3 - 7 炉内分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103096)
(TC300B, TC400A)



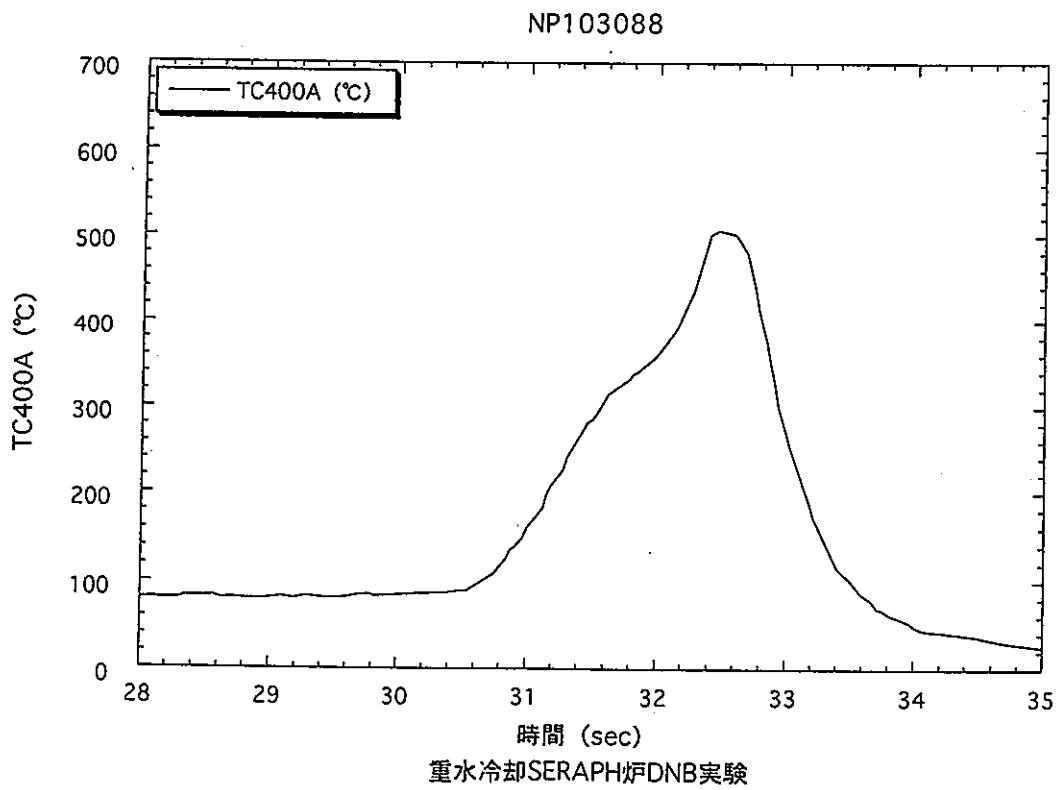
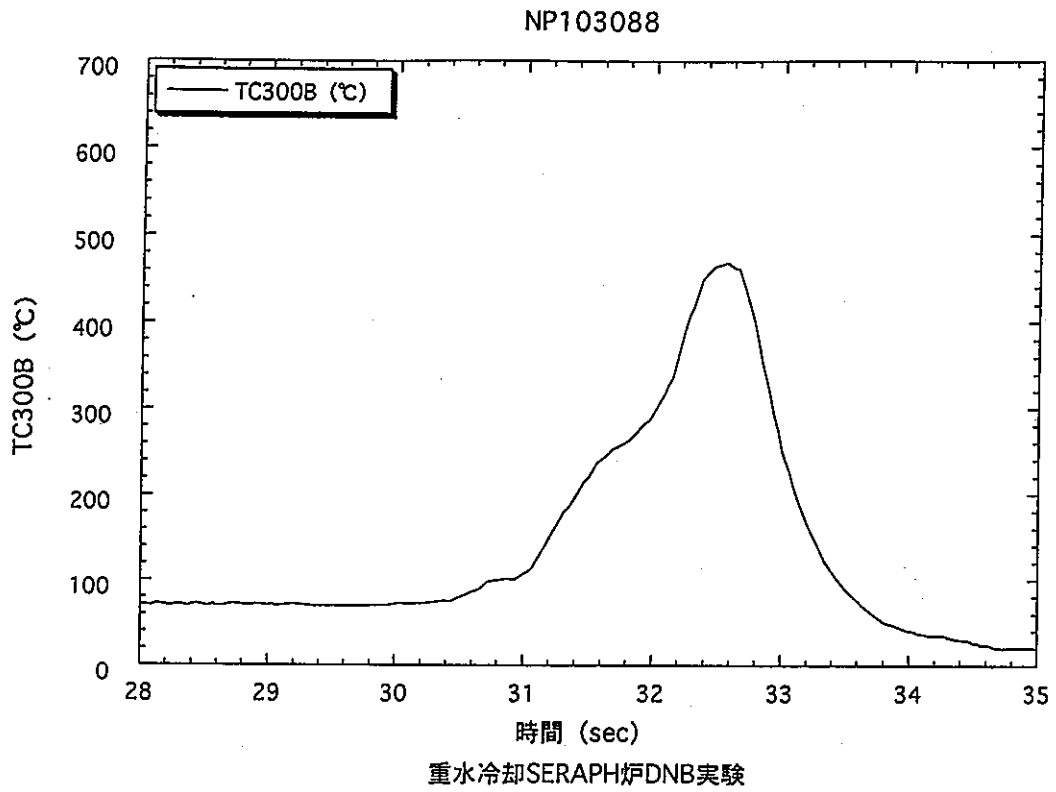
付図3-8 コシ分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103096) (TC500A, TC600B)



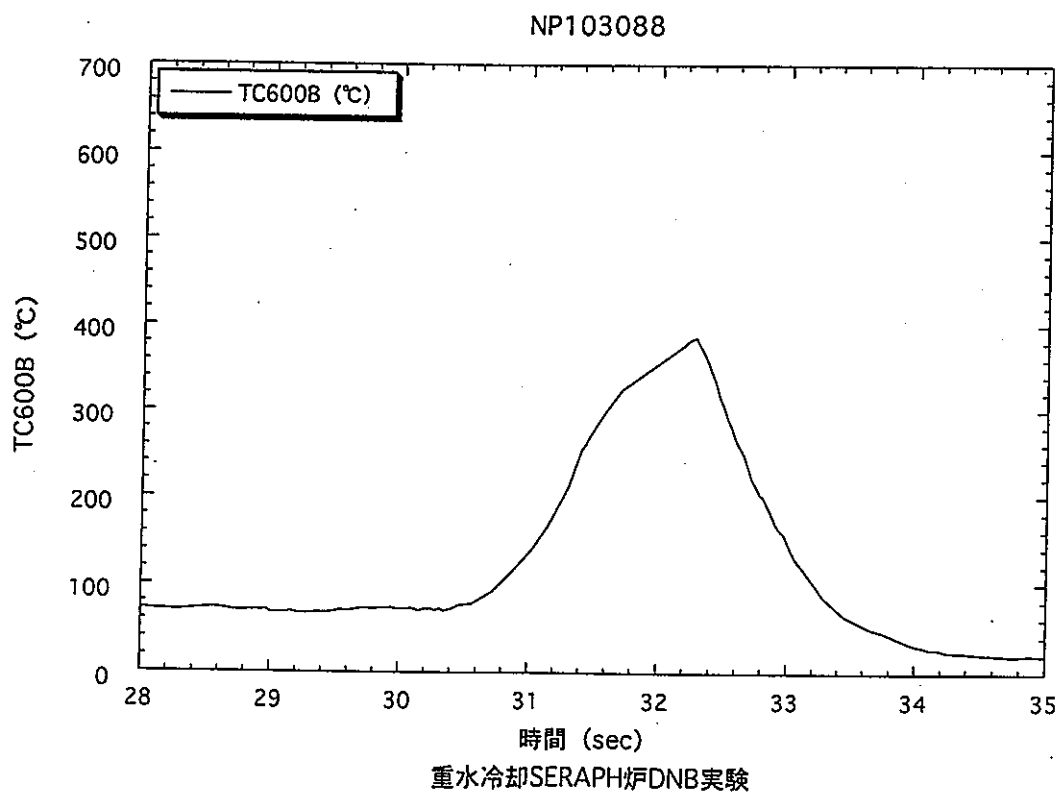
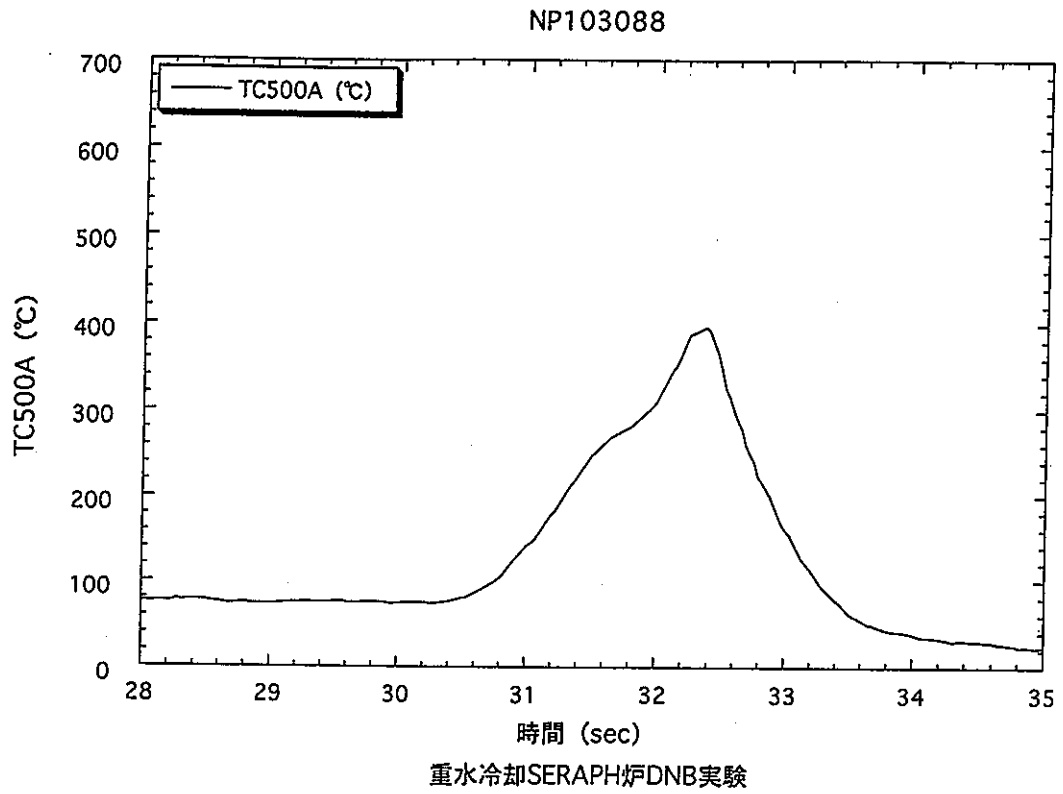
付図 3-9 円管出力分布非定常試験熱電対温度挙動 (NP103088)
(上部導電棒内温度, TC050A)



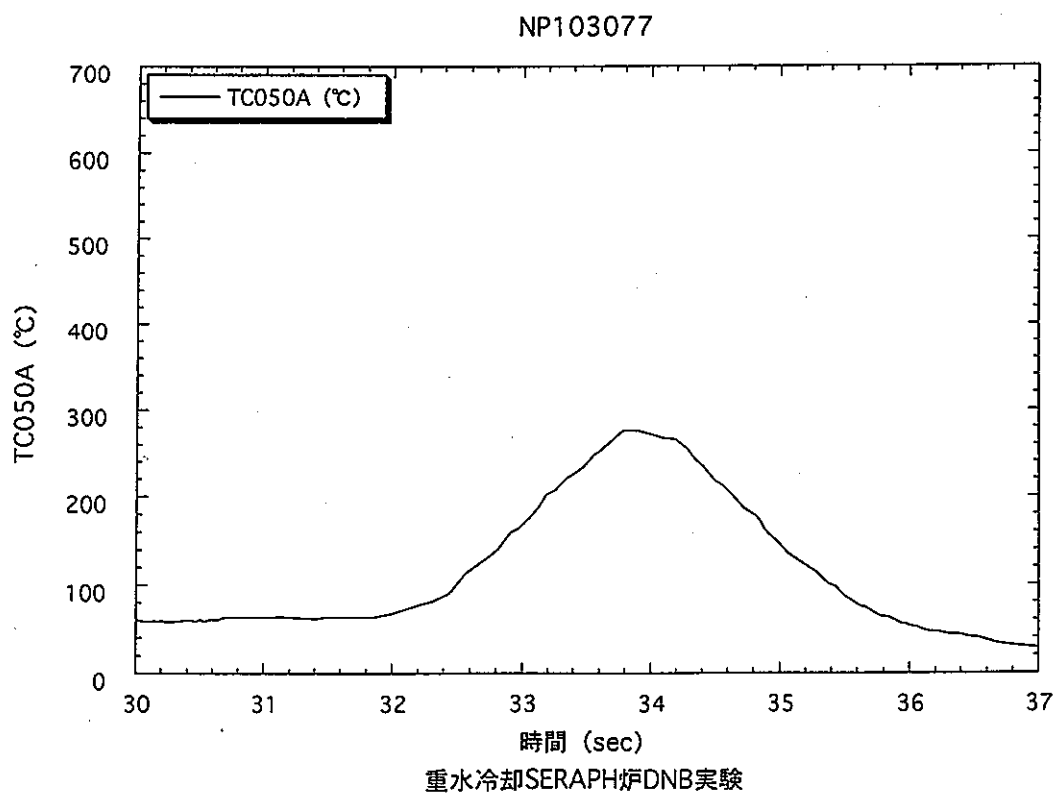
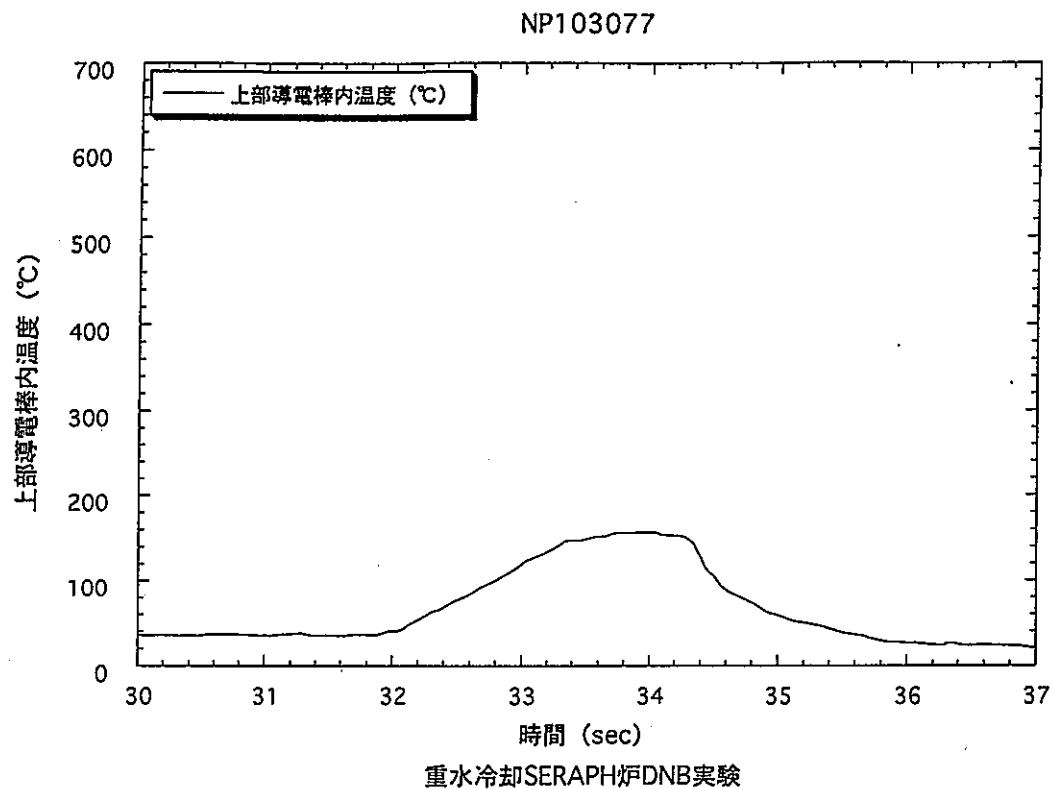
付図3-10 炉内分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103088) (TC100A, TC200B)



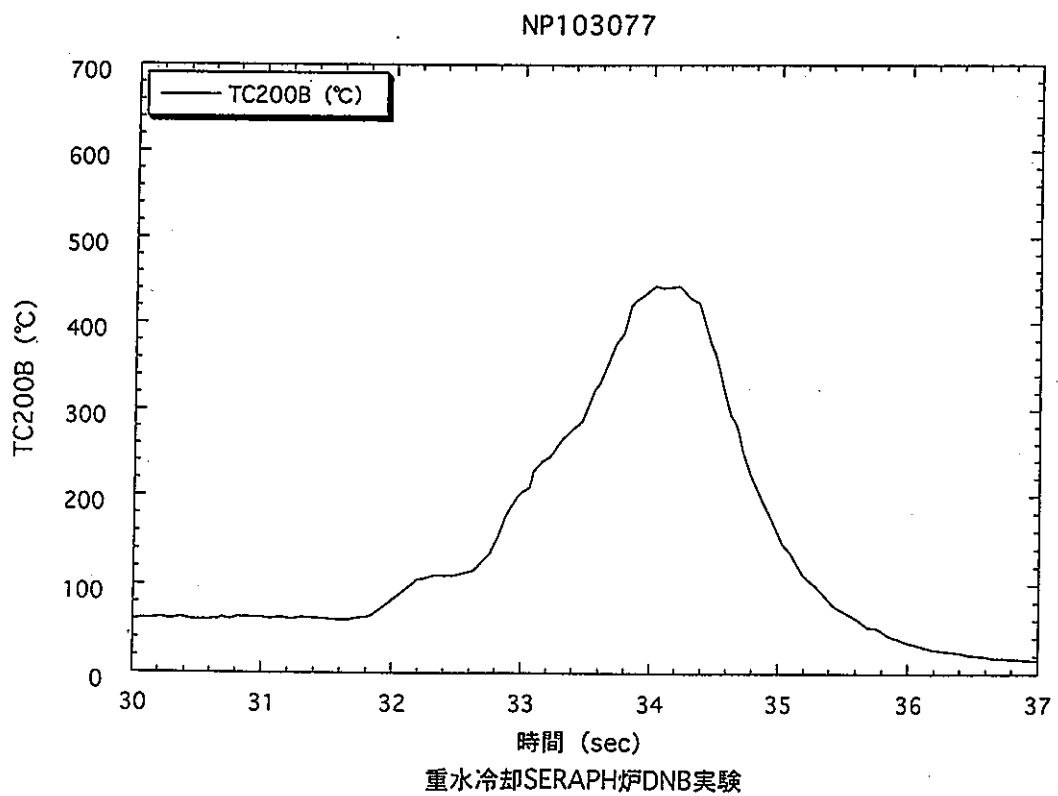
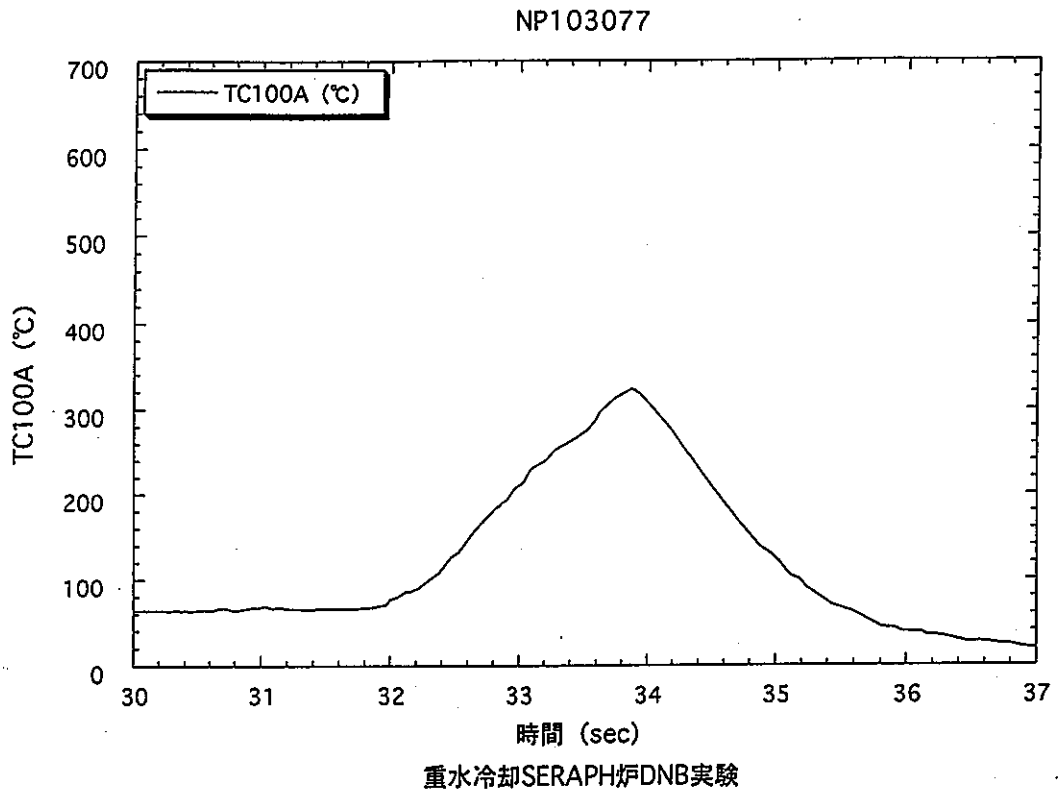
付図 3 - 1 1 炉内分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103088) (TC300B, TC400A)



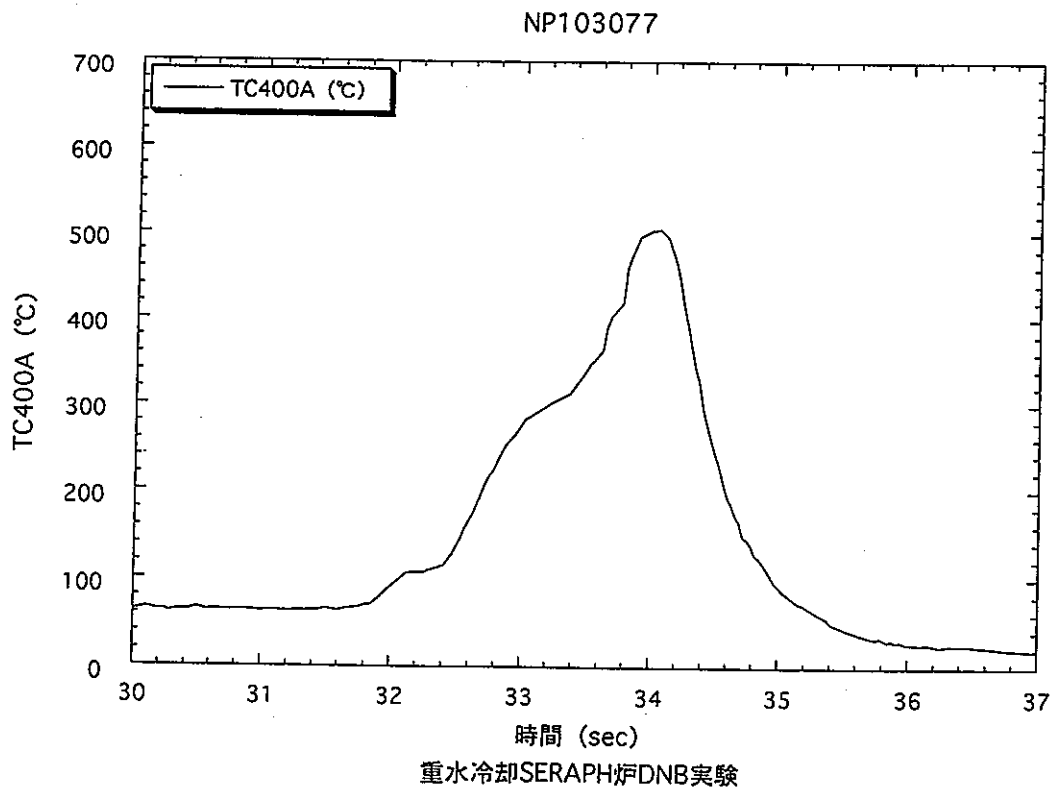
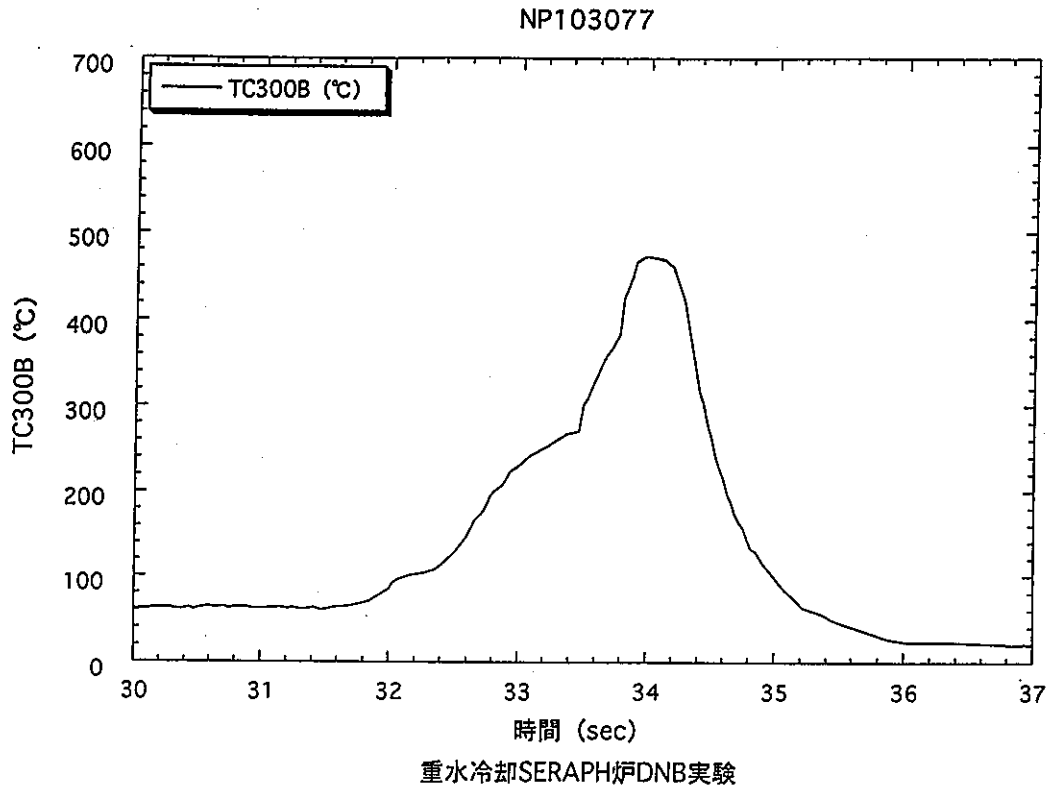
付図3-12 炉内分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103088) (TC500A, TC600B)



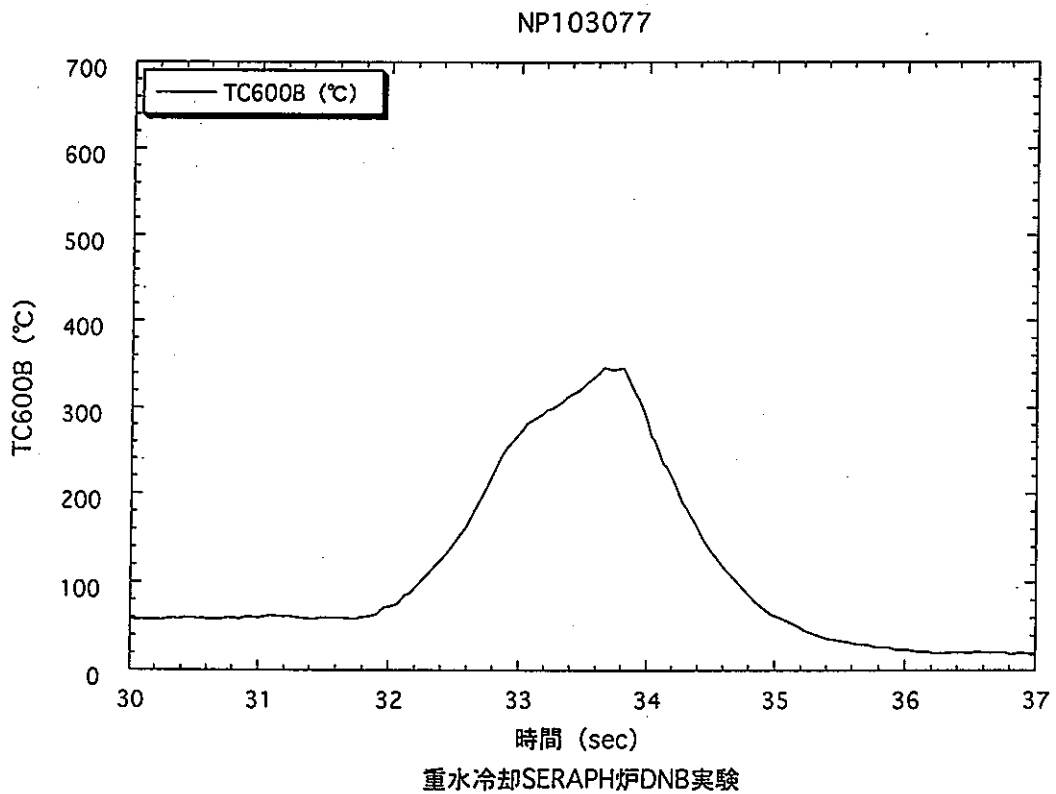
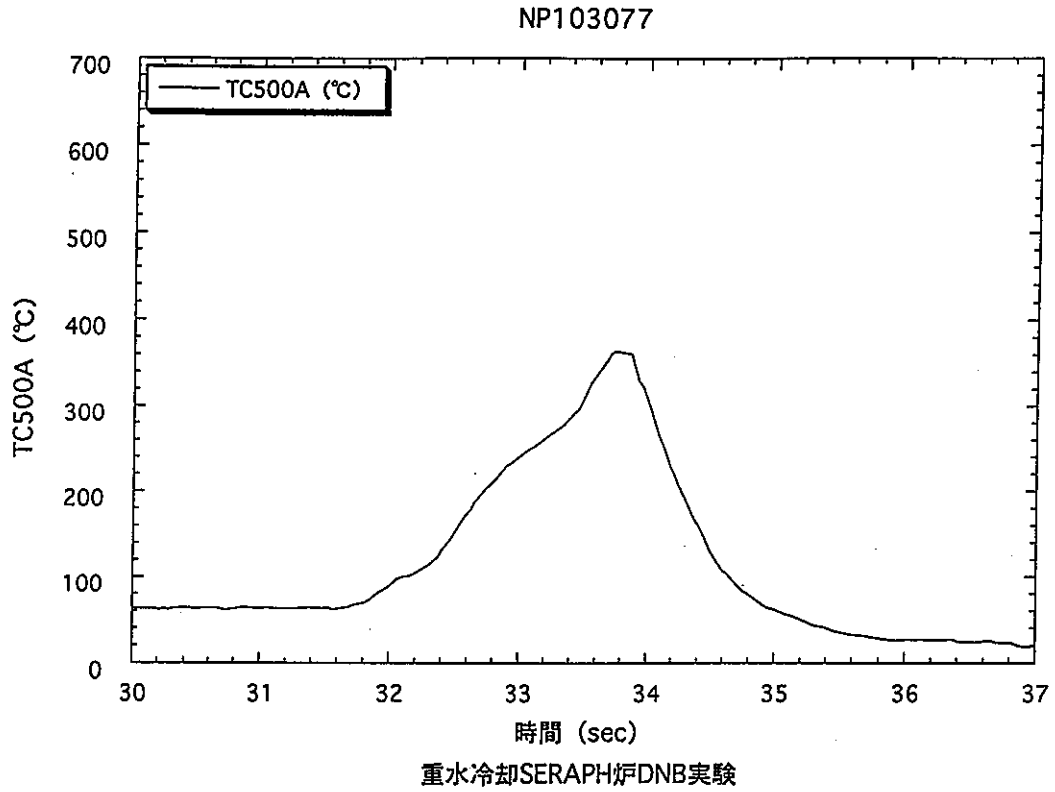
付図 3 - 1 3 円管出力分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103077)
(上部導電棒内温度, TC050A)



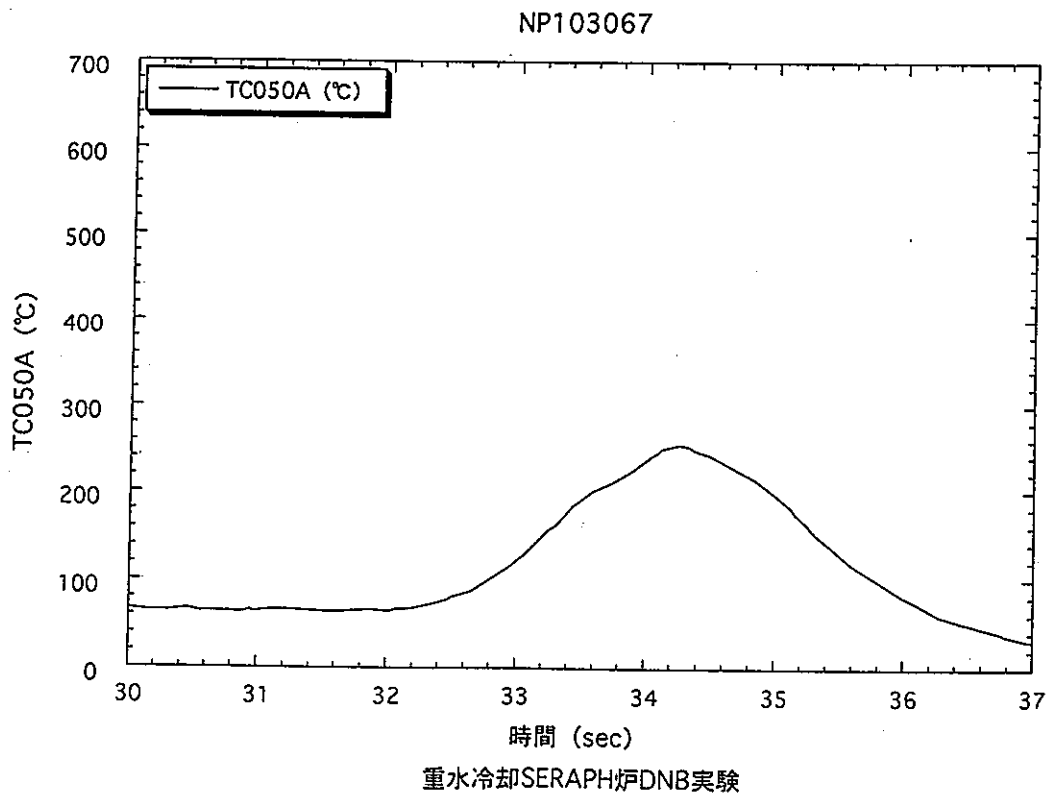
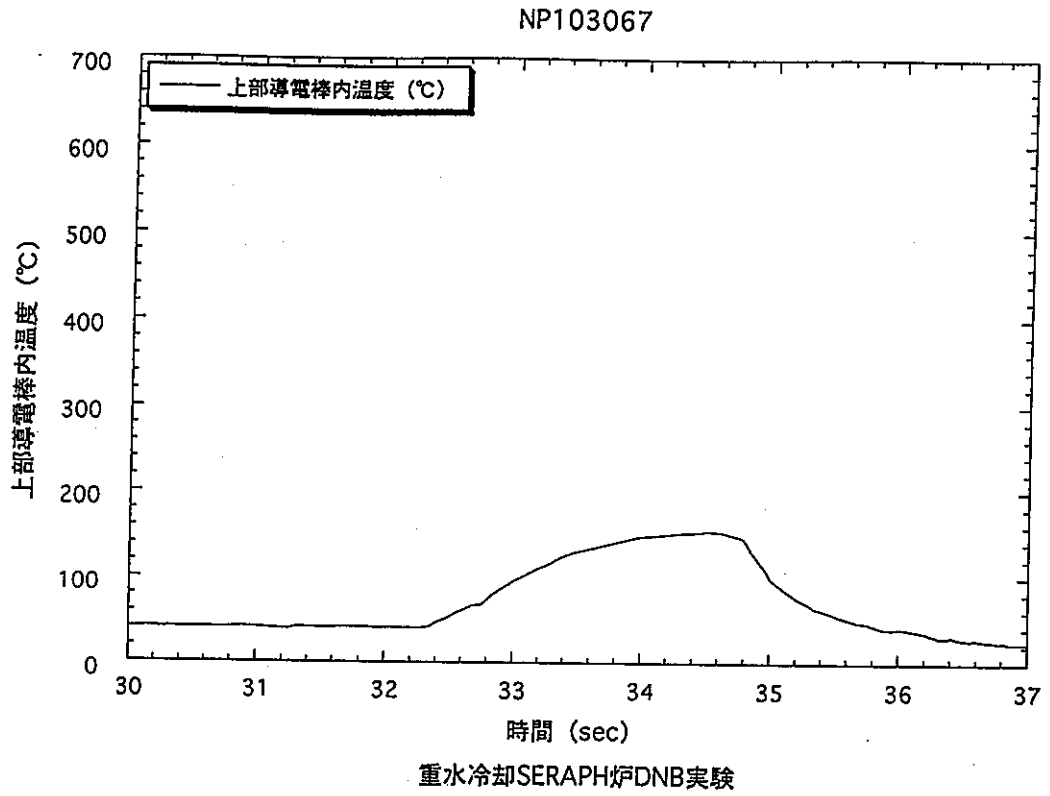
付図3-14 炉内分布出力円管供試体非常試験熱電対温度挙動 (NP103077) (TC100A, TC200B)



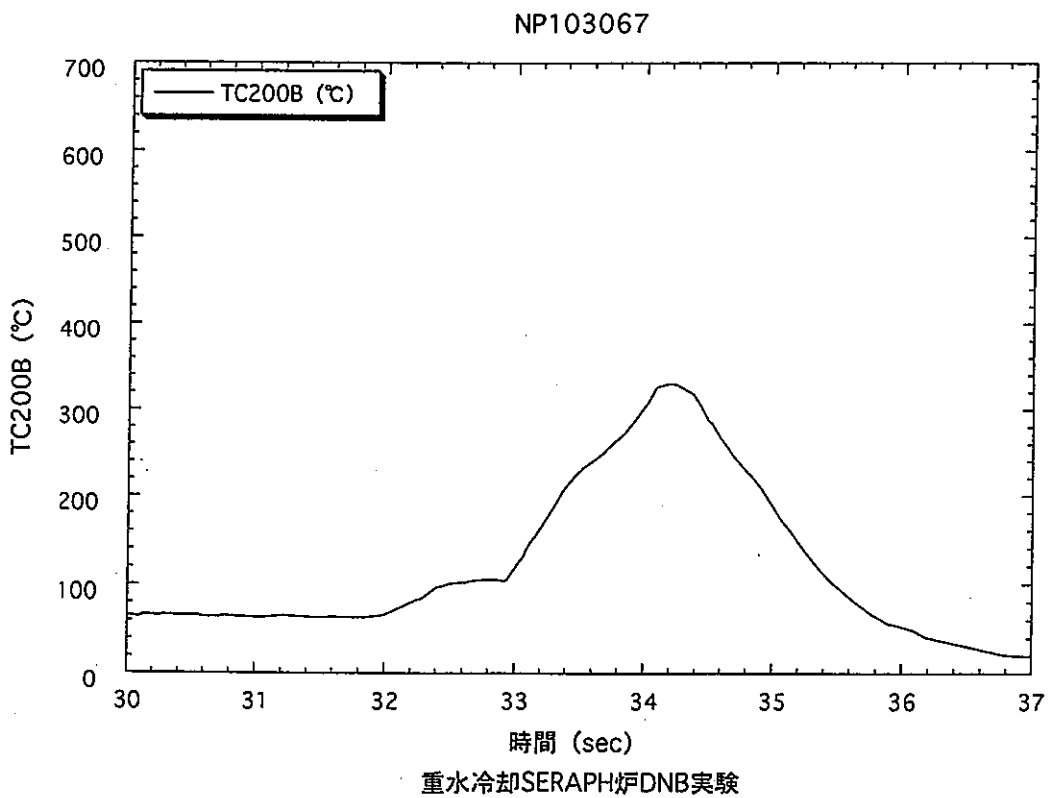
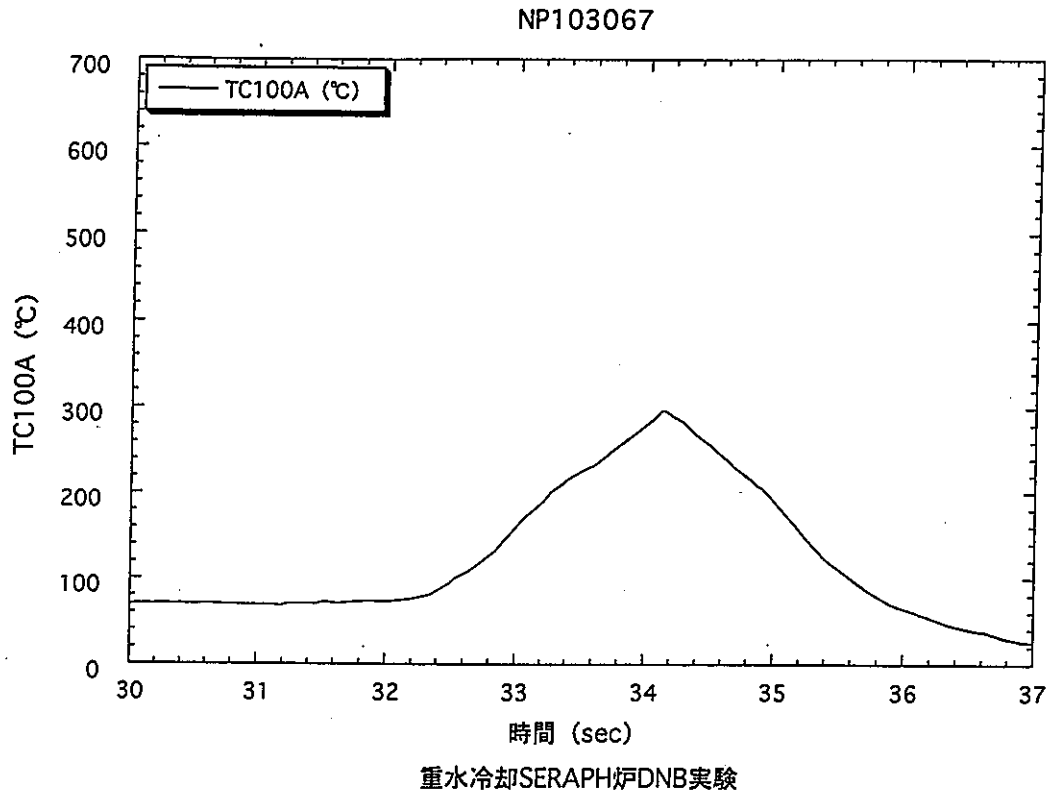
付図 3 - 1 5 コシ分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103077)
(TC300B, TC400A)



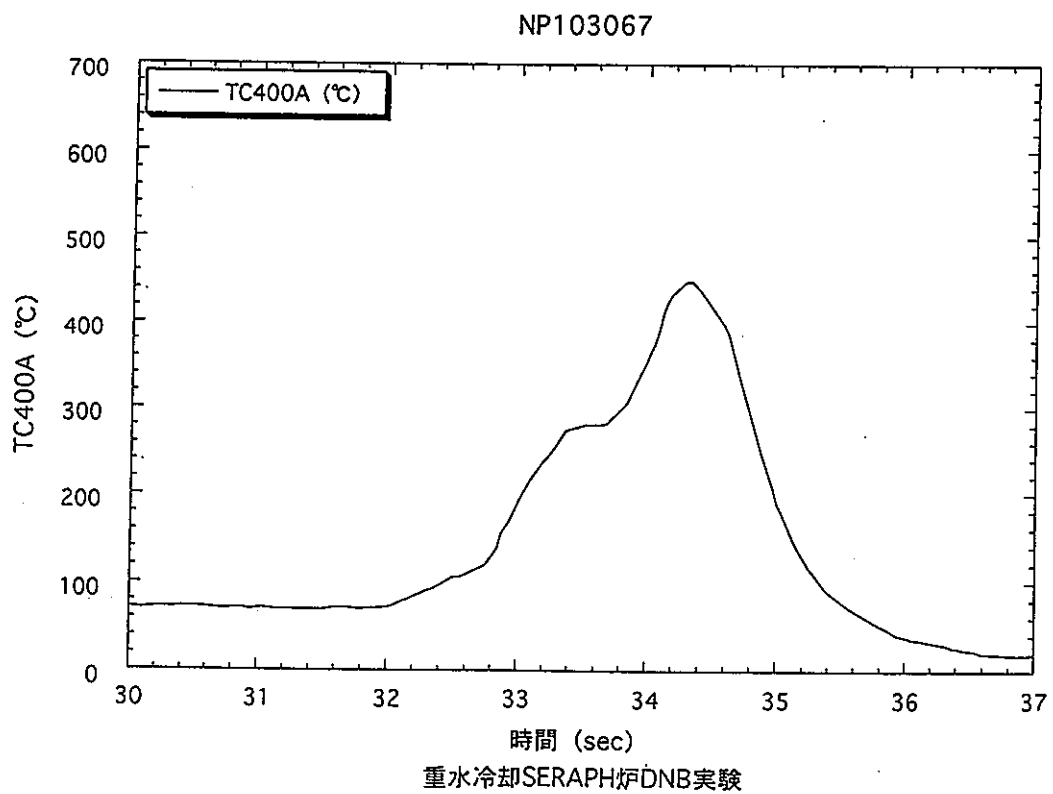
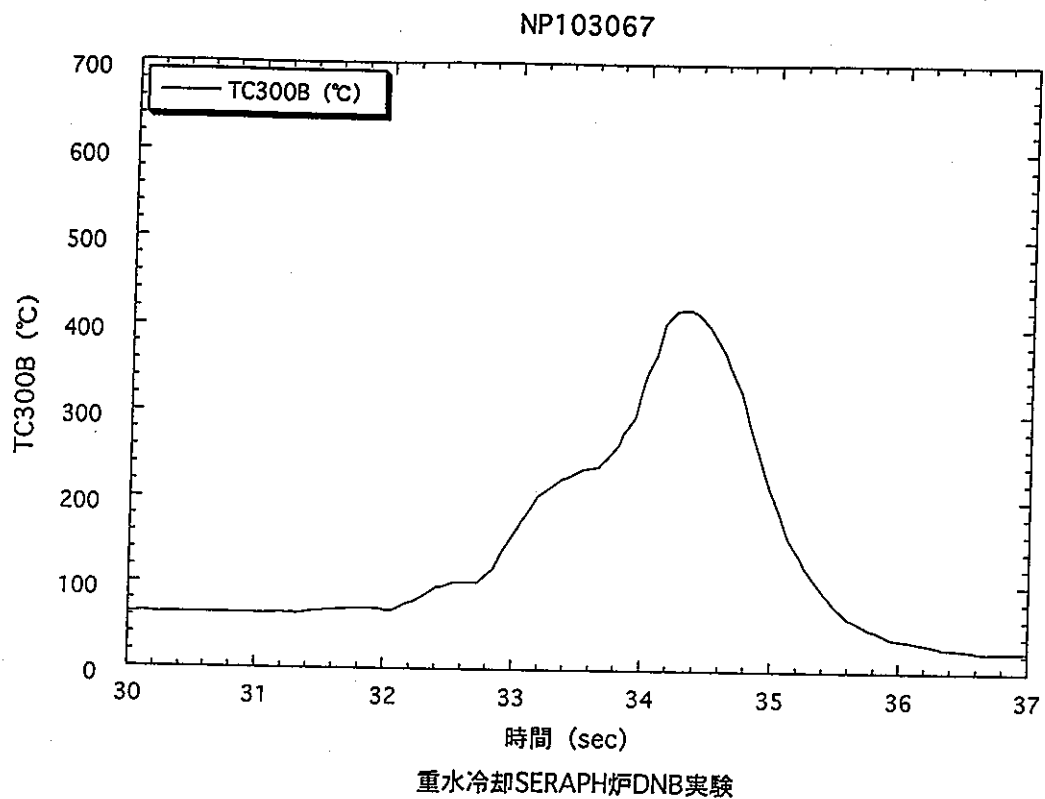
付図3-16 炉内分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103077) (TC500A, TC600B)



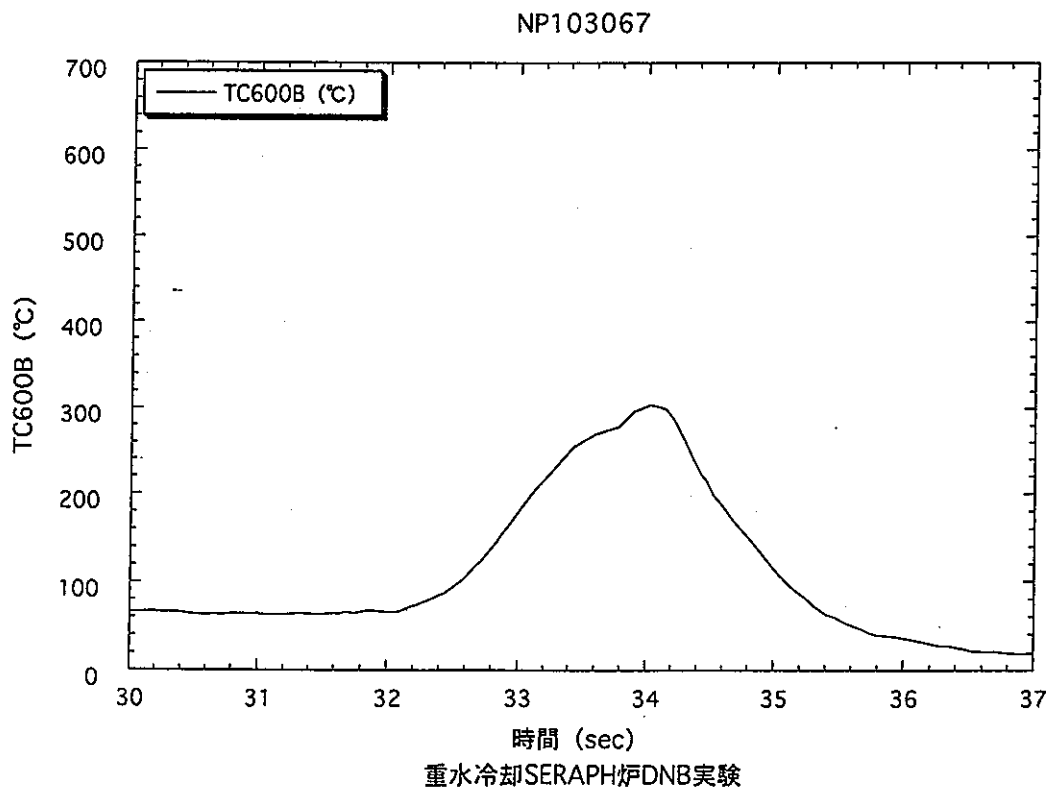
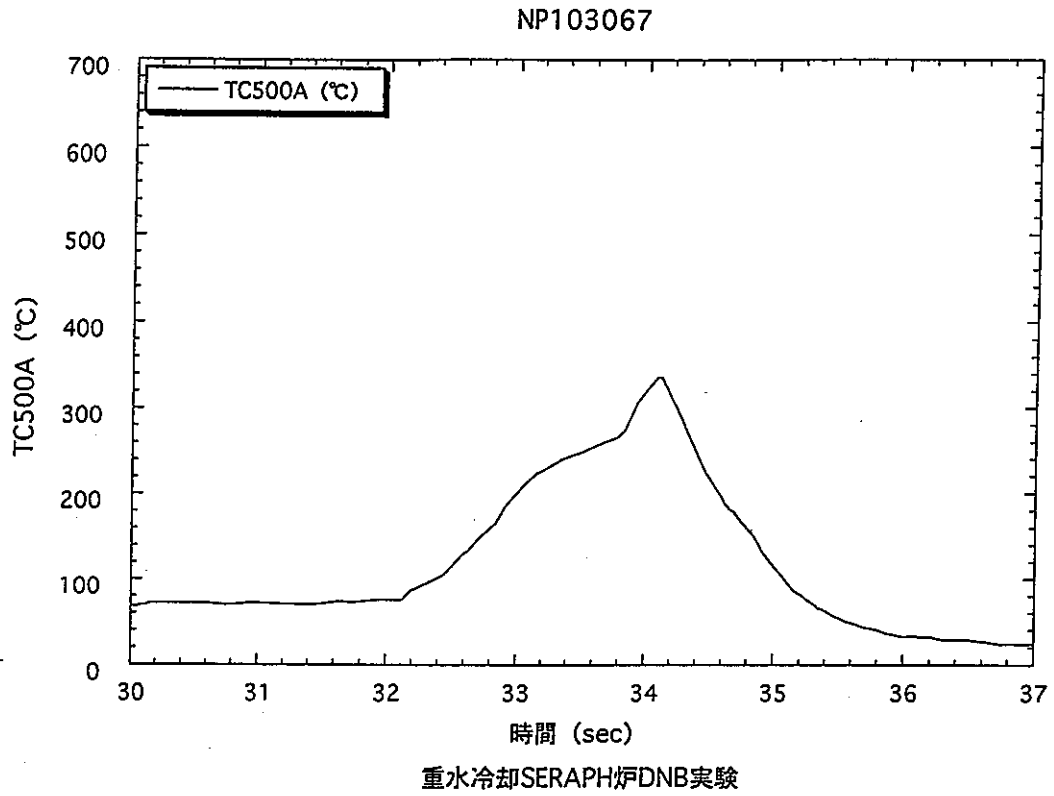
付図 3 - 1 7 炉内分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103067)
(上部導電棒内温度, TC050A)



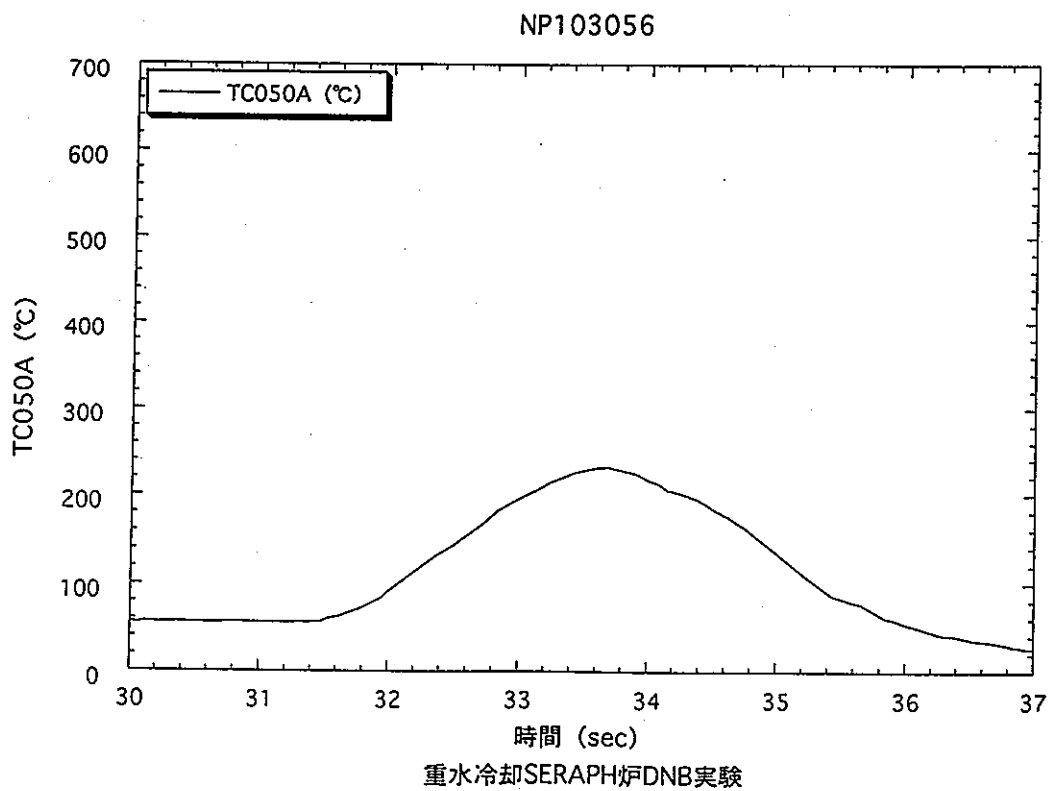
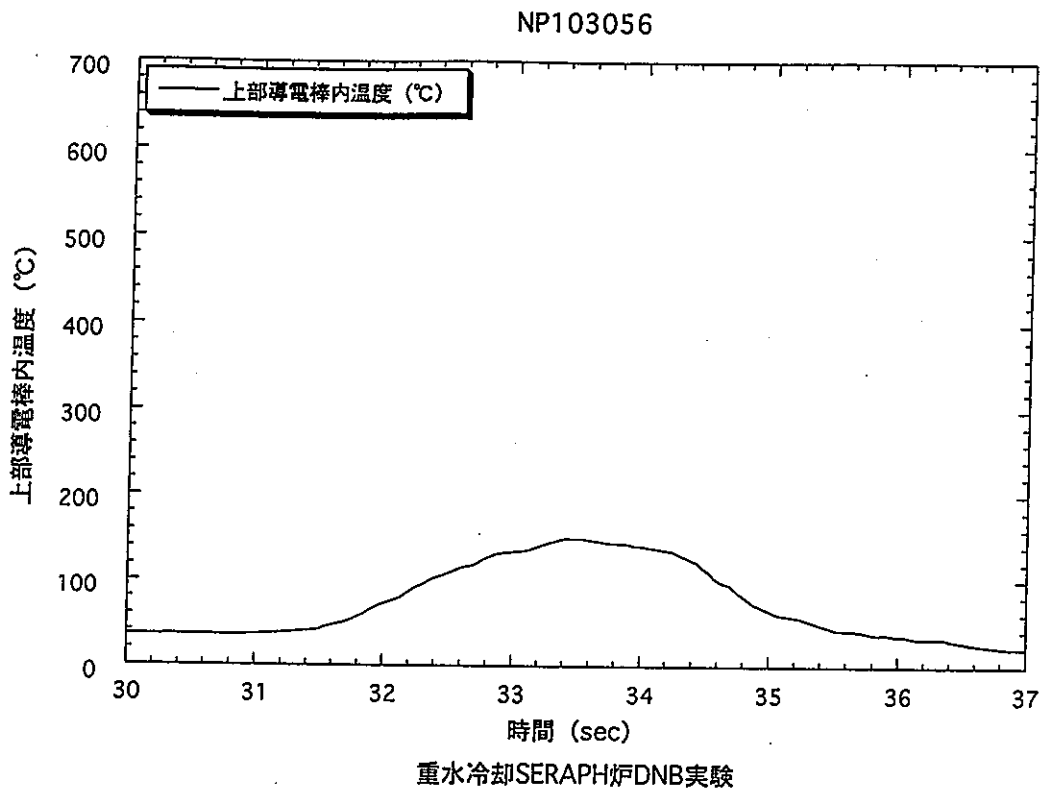
付図3-18 炉内分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103067) (TC100A, TC200B)



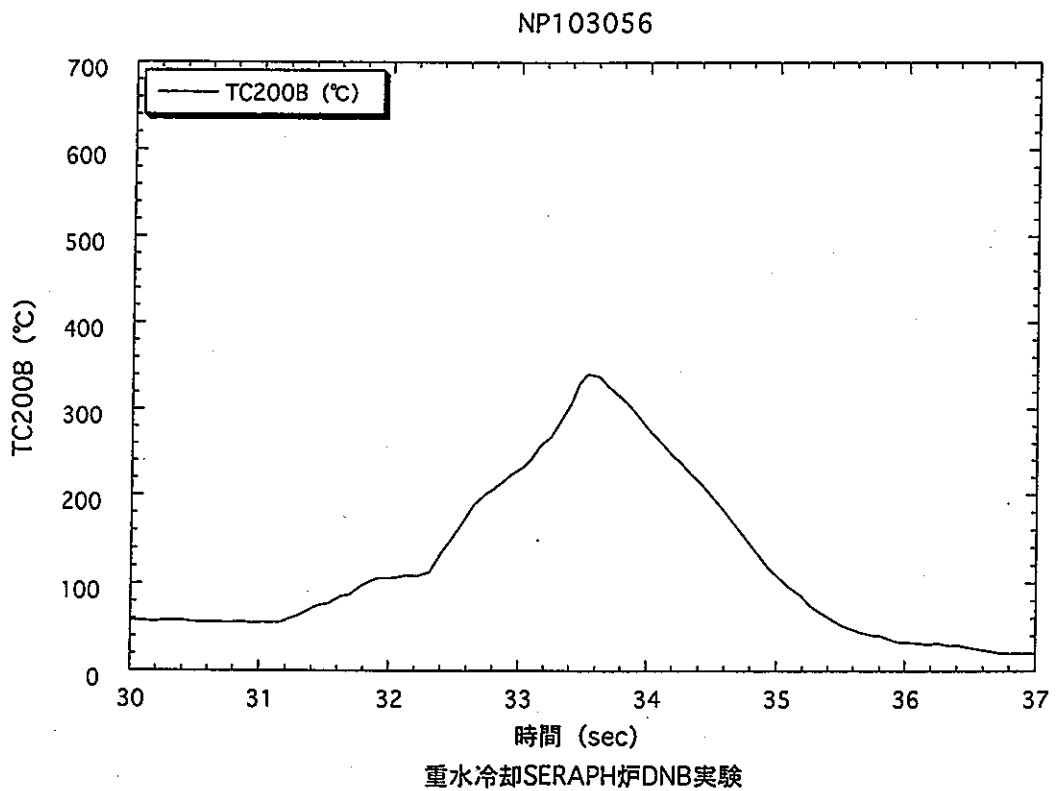
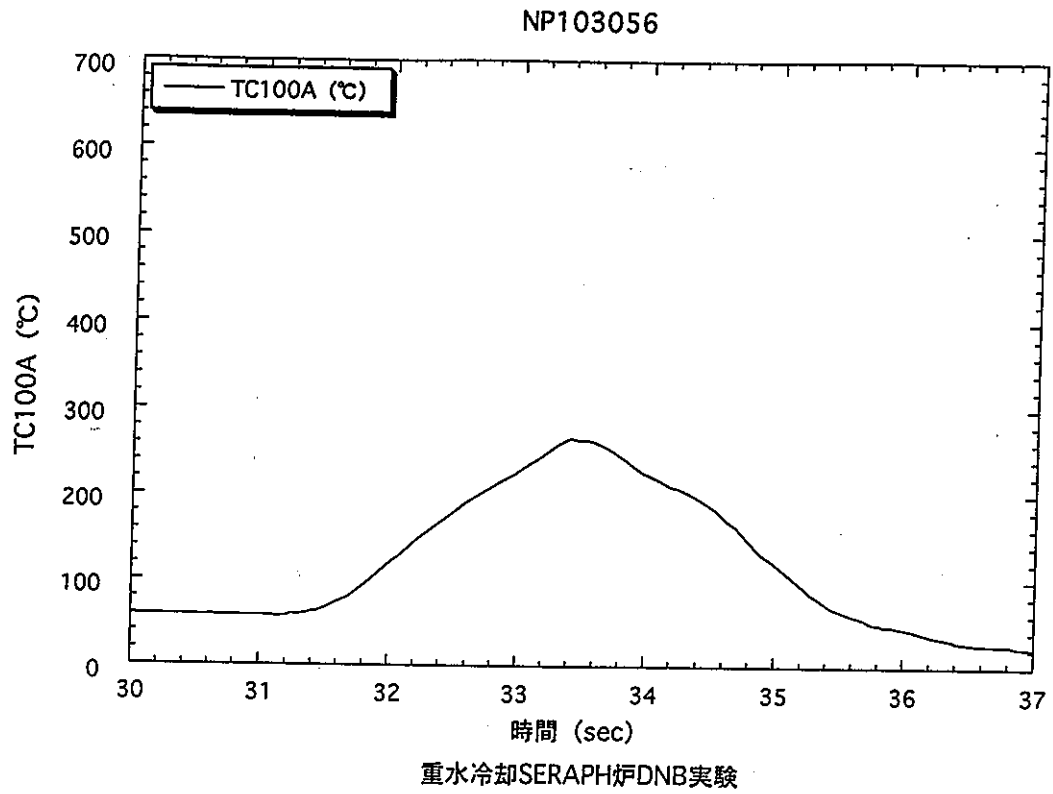
付図 3 - 1 9 炉内分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103067) (TC300B, TC400A)



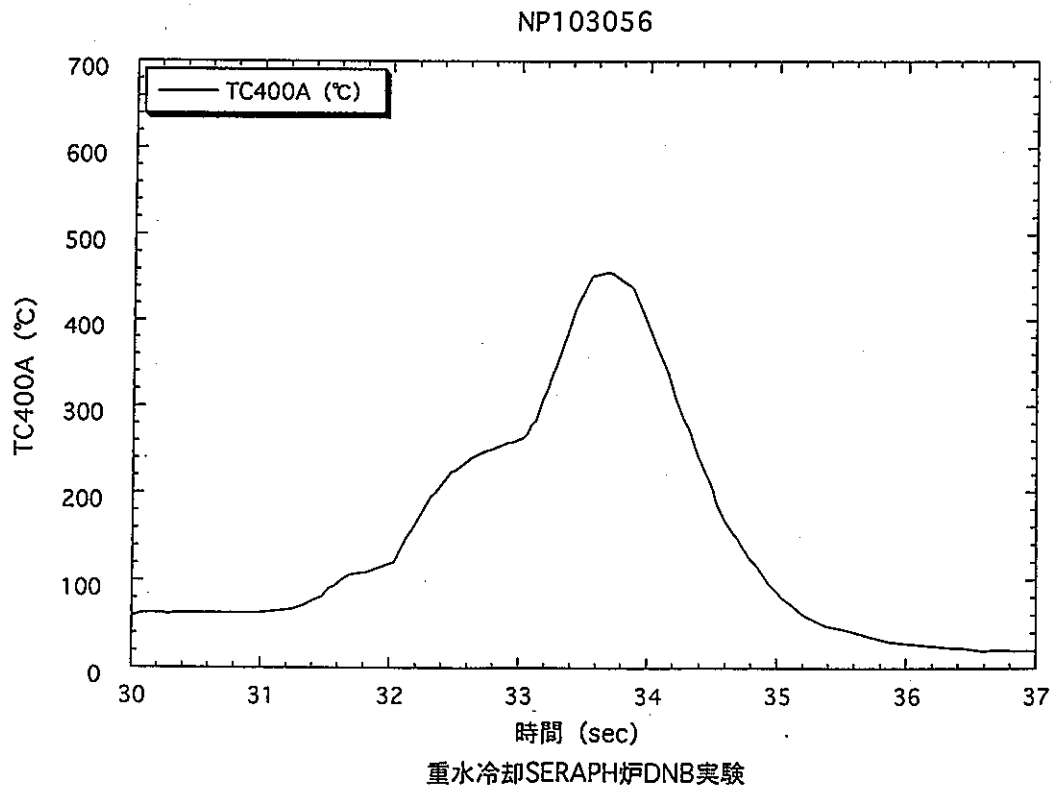
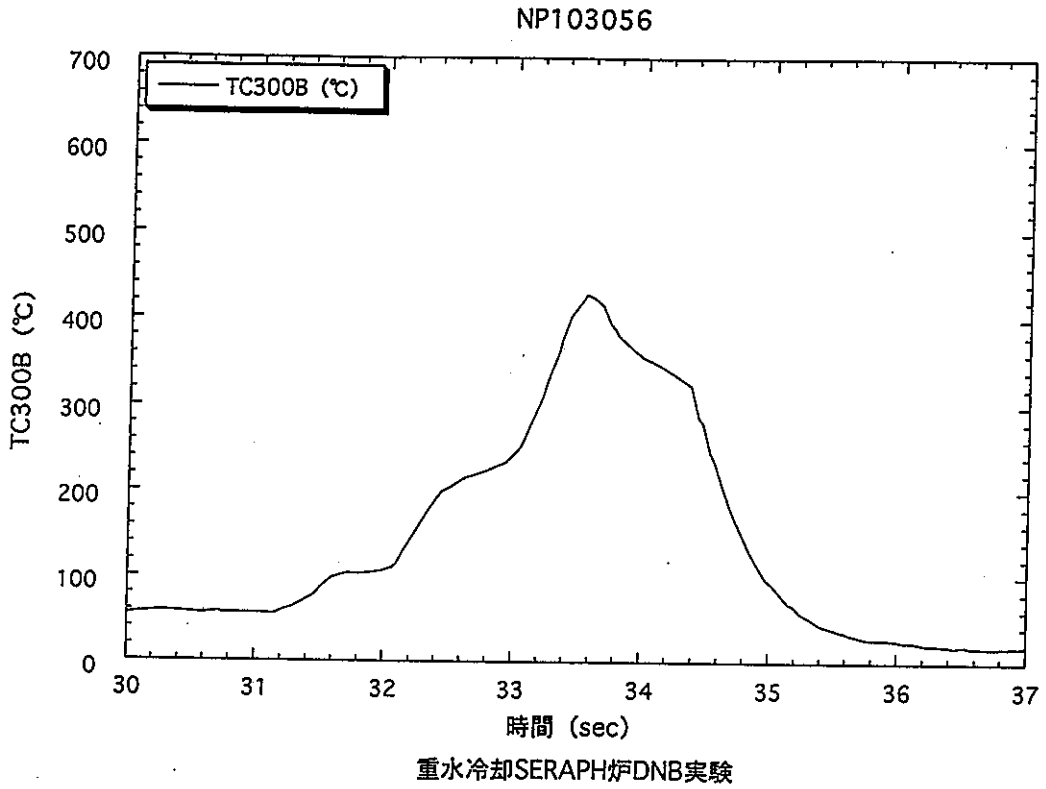
付図3-20 炉内分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103067) (TC500A, TC600B)



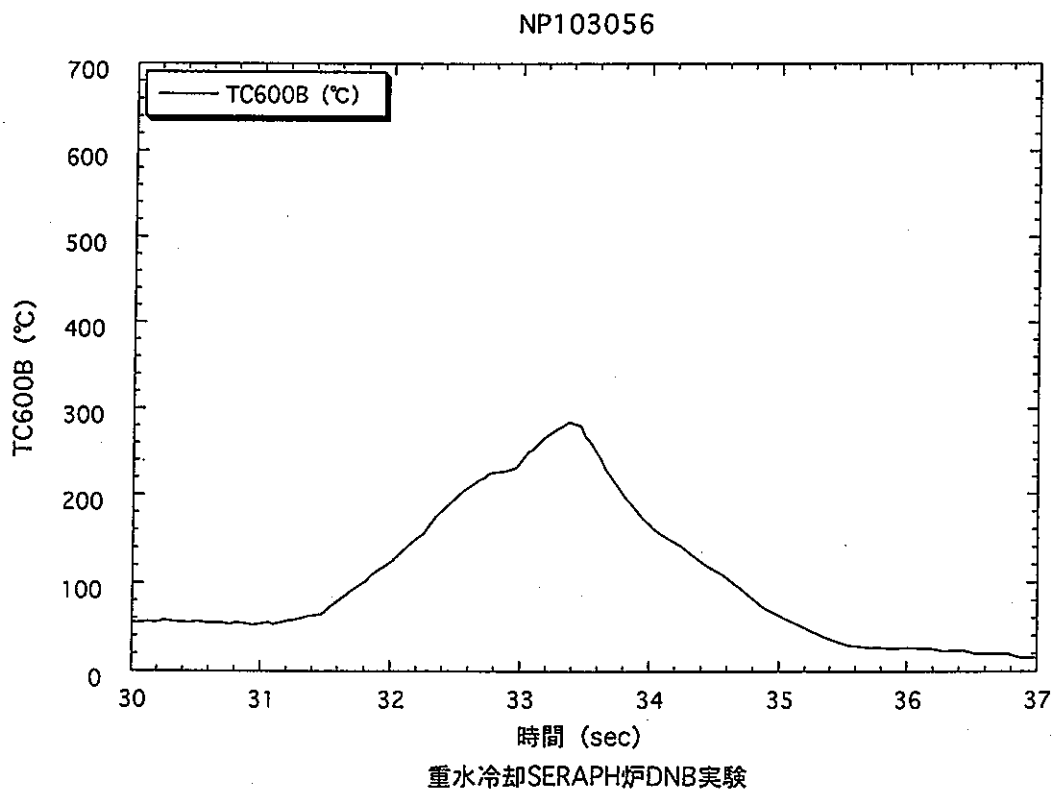
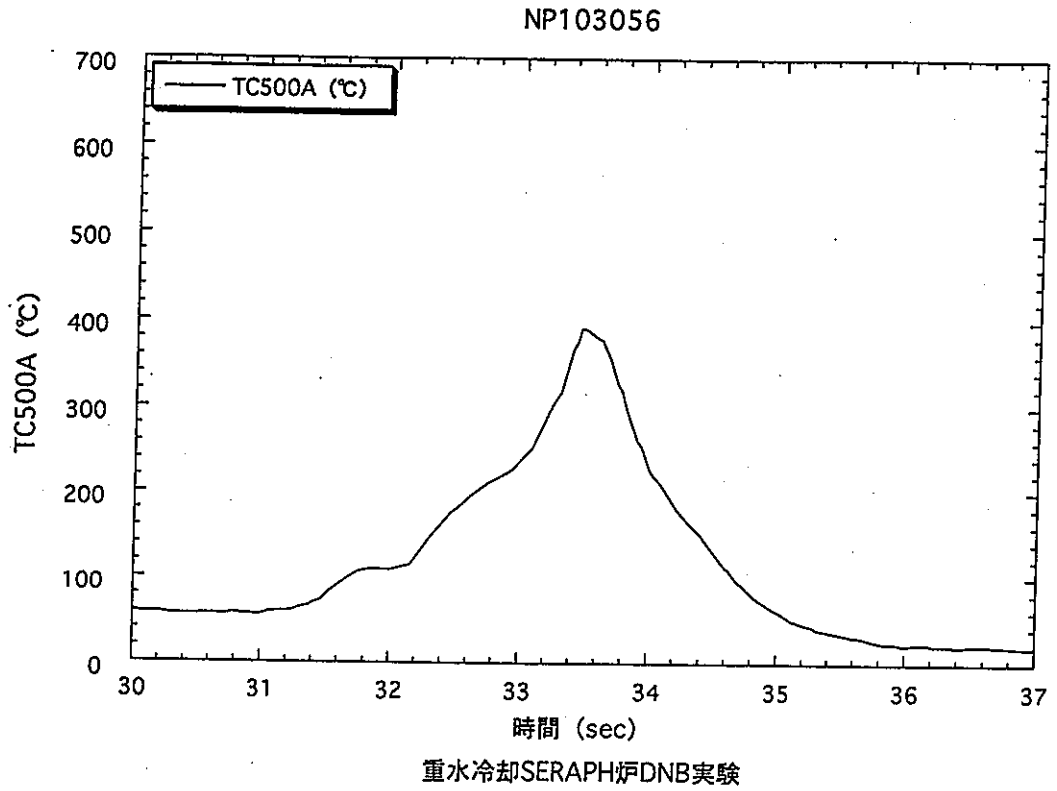
付図 3 - 2 1 炉内分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103056)
(上部導電棒内温度, TC050A)



付図 3 - 2 2 炉内分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103056)
(TC100A, TC200B)



付図 3 - 2 3 炉内分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103056) (TC300B, TC400A)



付図 3 - 2 4 サイ分布出力円管供試体非定常試験熱電対温度挙動 (NP103056)
(TC500A, TC600B)

付録一 (4) 最大熱流束データ及びグラフ

- 付表 4-1 局所高出力円管供試体定常試験最大熱流束データリスト
- 付表 4-2 コサイン分布出力円管供試体定常試験最大熱流束データリスト
- 付図 4-1 流速とDNB時の最大熱流束の関係 (局所高出力分布, 入口温度10℃, 出口圧力3ata)
- 付図 4-2 圧力とDNB時における最大熱流束の関係 (局所高出力分布, サブクール度90℃, 流速8m/s)
- 付図 4-3 サブクール度とDNB時における最大熱流束の関係 (局所高出力分布, 出口圧力3ata, 流速8m/s)
- 付図 4-4 流速とDNB時の最大熱流束の関係 (コサイン出力分布, 入口温度10℃, 出口圧力3ata)
- 付図 4-5 圧力とDNB時における最大熱流束の関係 (コサイン出力分布, サブクール度90℃, 流速8m/s)
- 付図 4-6 サブクール度とDNB時における最大熱流束の関係 (コサイン出力分布, 出口圧力3ata, 流速8m/s)

付表4-1 局所高出力円管供試体定常試験最大熱流束データリスト

Run No.	TIME(sec)	QW(kW)	Fin(l/min)	q (MW/m ²)	G(kg/m ² s)	Tin(°C)	Pout(kg/cm ² a)	
流速パラメータ								
LR103101	44.188	35.70	4.21	7.42	9922.76	11.77	2.96	
LR103091	47.875	32.05	3.73	6.66	8793.44	9.24	3.08	
LR103082	47.594	29.15	3.35	6.06	7897.27	9.76	3.07	
LR103071	47.594	25.00	2.91	5.20	6859.67	10.36	2.97	
LR103061	47.656	21.80	2.54	4.52	5987.41	10.48	3.05	
LR103051	44.562	19.46	2.18	4.04	5138.59	10.92	3.06	
圧力パラメータ								
LR615081	47.344	21.00	3.39	4.38	7843.59	63.63	4.97	
LR423081	48.156	22.20	3.34	4.62	7806.72	42.72	3.01	
LR101081	46.437	23.90	3.31	4.98	7802.53	10.43	1.16	
サブクールパラメータ								
LR103082	47.594	29.15	3.35	6.06	7897.27	9.76	3.07	
LR523081	46.906	19.10	3.40	3.98	7907.93	53.63	2.97	
LR823081	42.656	13.00	3.19	2.70	7284.87	84.94	2.97	

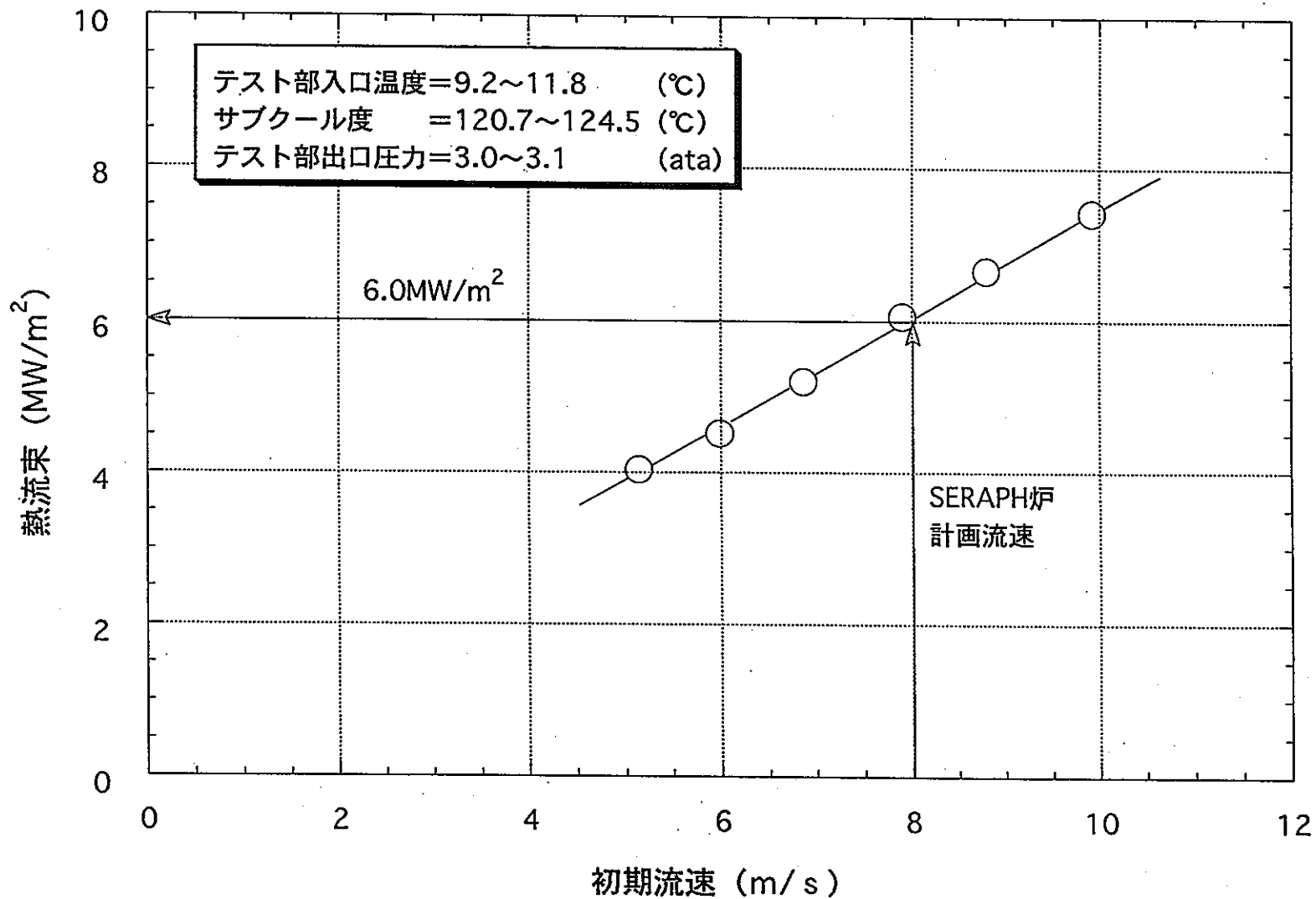
TIME : ドライアウト時間 (sec) QW : テスト部出力 (kW) Fin : 流量 (l/min)
 q : 最大熱流束 (MW/m²) G : MASS FLUX (kg/m²s) Tin : 入口温度 (°C)
 Pout : 出口圧力 (kg/cm²a)

付表4-2 コイン分布出力円管供試体定常試験最大熱流束データリスト

Run No.	TIME(sec)	QW(kW)	Fin(l/min)	q (MW/m ²)	G(kg/m ² s)	Tin(°C)	Pout(kg/cm ² a)	
流速パラメータ								
NR103102	47.219	39.37	4.23	5.55	9964.78	15.72	3.53	
NR103092	46.469	33.00	3.73	4.66	8785.98	16.39	3.56	
NR103082	46.813	30.11	3.34	4.09	7866.62	16.95	3.56	
NR103072	46.781	26.80	2.91	3.78	6854.84	16.06	3.53	
NR103062	44.938	22.70	2.48	3.20	5842.01	15.97	3.43	
NR103052	46.312	19.20	2.06	2.71	4853.04	15.42	3.51	
圧力パラメータ								
NR615081	46.344	22.80	3.34	3.22	7729.27	63.31	5.06	
NR423081	47.938	22.09	3.28	3.12	7663.71	43.59	3.06	
NR101081	47.062	22.68	3.08	3.20	7259.65	11.45	1.15	
サブクールパラメータ								
NR103082	46.813	30.11	3.34	4.24	7866.62	16.95	3.56	
NR523081	47.469	18.25	3.26	2.57	7528.68	53.53	2.88	
NR823081	45.688	13.60	3.05	1.92	6966.33	84.69	3.02	

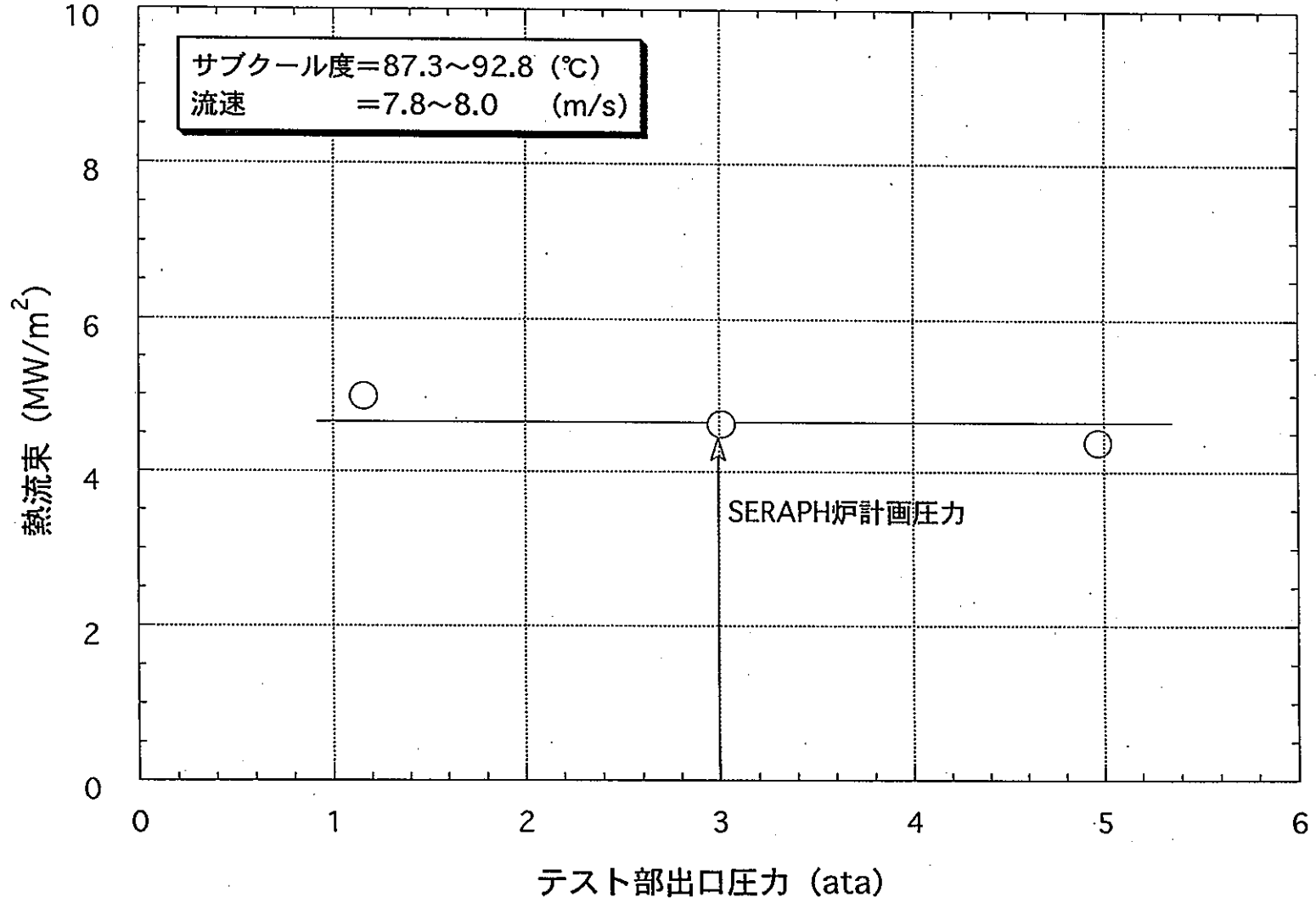
TIME : ドライアウト時間 (sec) QW : テスト部出力 (kW) Fin : 流量 (l/min)
 q : 最大熱流束 (MW/m²) G : MASS FLUX (kg/m²s) Tin : 入口温度 (°C)
 Pout : 出口圧力 (kg/cm²a)

局所高出力円管供試体定常試験



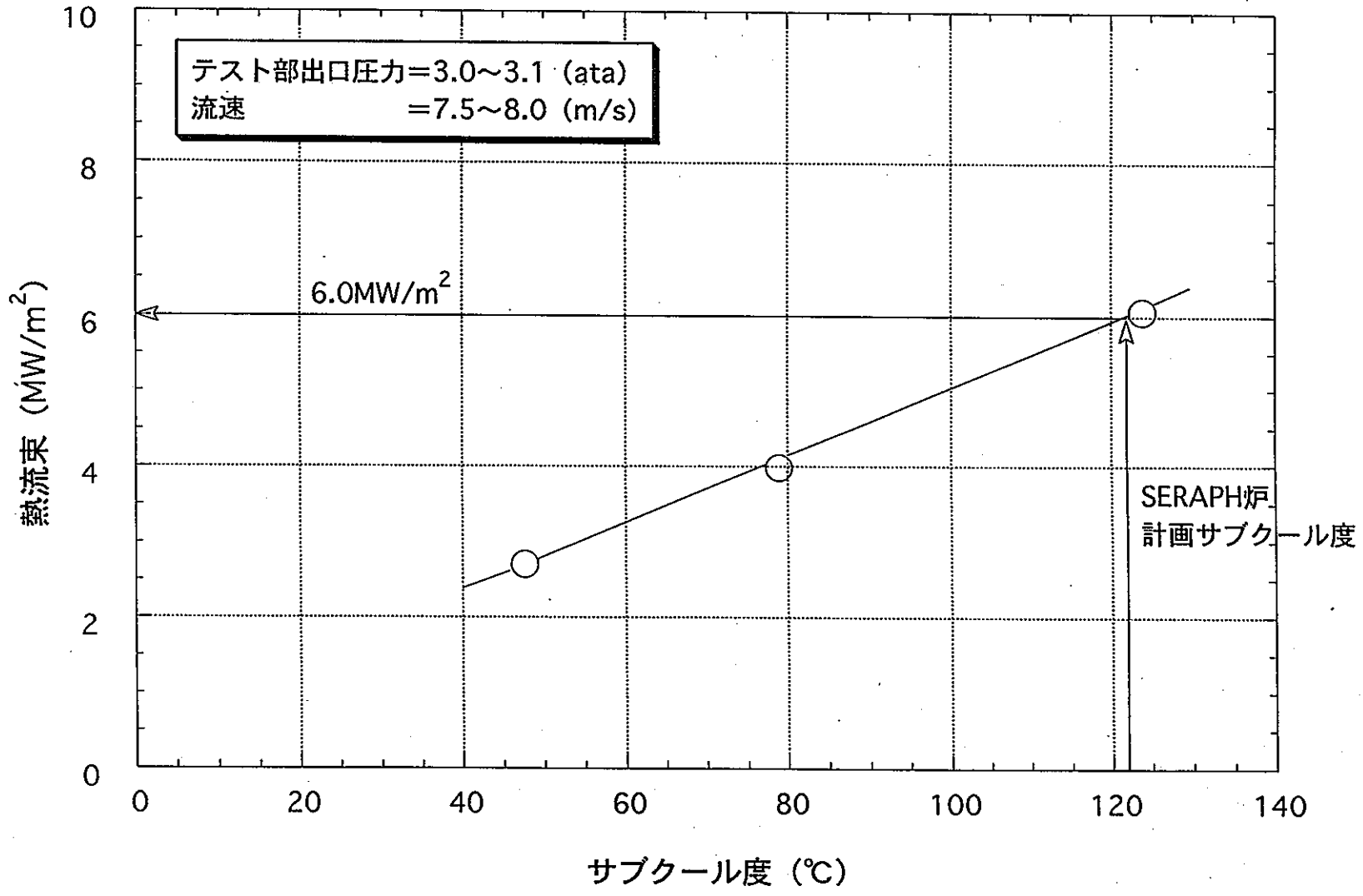
付図4-1 流速とDNB時の最大熱流束の関係 (入口温度10°C; 出口圧力3ata)

局所高出力円管供試体定常試験



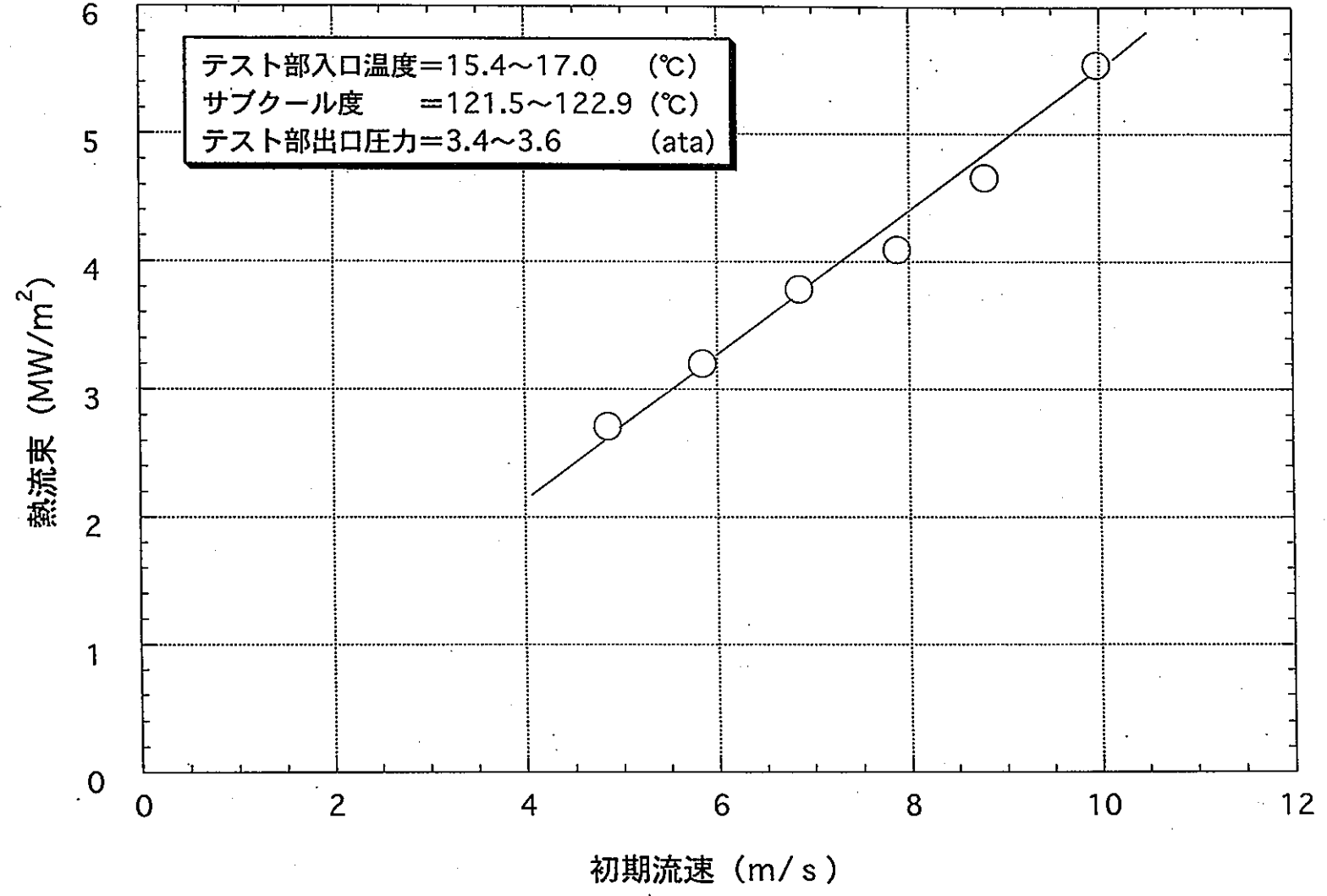
付図4-2 圧力とDNB時における最大熱流束の関係 (サブクール度90°C, 流速8m/s)

局所高出力円管供試体定常試験



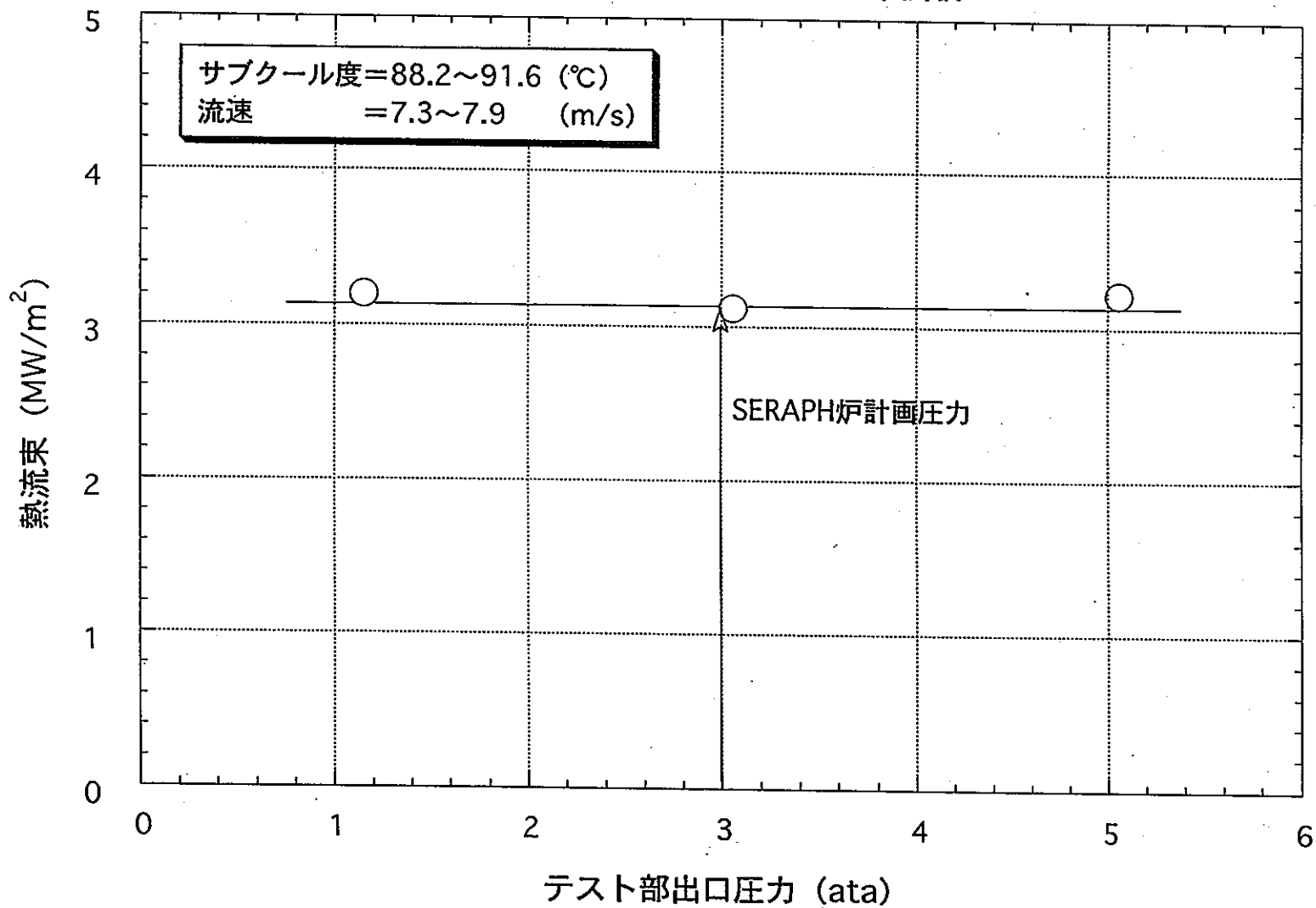
付図4-3 サブクール度とDNB時における最大熱流束の関係 (出口圧力3ata, 流速8m/s)

コイル分布出力円管供試体定常試験



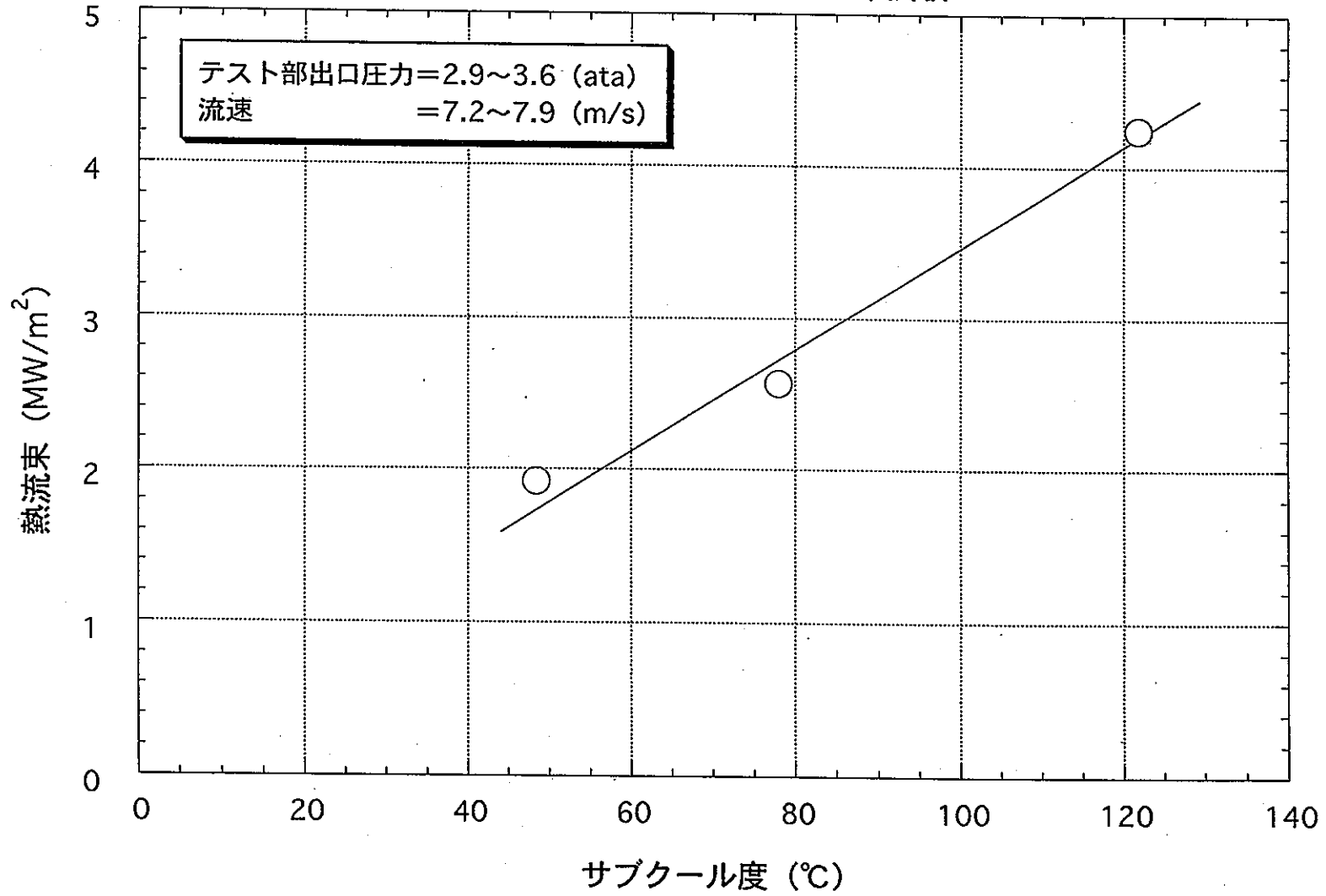
付図 4-4 流速と最大熱流束の関係 (入口温度15°C, 出口圧力3.5ata)

コイル分布出力円管供試体定常試験



付図4-5 圧力と最大熱流束の関係 (サブクール度90°C, 流速8m/s)

コイル分布出力円管供試体定常試験



付図4-6 サブクール度と最大熱流束の関係 (出口圧力3ata, 流速8m/s)